

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 9 月 1 8 日
Date of Application:

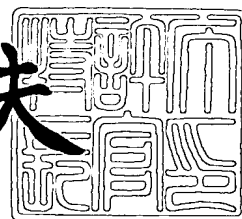
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 7 1 1 2 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 7 1 1 2 0]

出 願 人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 2 5 6 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 2032440253

【提出日】 平成14年 9月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 7/24
G11B 11/10

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 村上 元良

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 尾留川 正博

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097445

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

 【識別番号】 100103355

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

 【識別番号】 100109667

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光磁気記録媒体とその製造方法及びその記録再生方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ディスク基板上に少なくとも膜面垂直方向に磁気異方性を有する記録層を備えた構成の光磁気記録媒体であって、

少なくとも前記記録層の、室温における保磁力 H_c と飽和磁化 M_s の積が、 $M_s \cdot H_c > 3 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$

の関係を満たすことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 2】 光ディスク基板上に少なくとも再生層、中間層、記録層が順次積層し磁氣的に結合した構成の記録膜を備えた構成の光磁気記録媒体であって、

前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生されることを特徴とする請求項 1 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 3】 前記記録層が、少なくとも、Tb、Fe、Coを含有することを特徴とする請求項 1 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 4】 前記記録層は、間欠的に積層した構造を有することを特徴とする請求項 1 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 5】 前記記録層は、各単一の元素ごとに 2 nm 以下の間欠的な積層周期で積層したことを特徴とする請求項 4 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 6】 前記記録層は、材料、あるいは、組成比の異なる層ごとに 2 nm 以下の間欠的な積層周期で積層したことを特徴とする請求項 4 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 7】 前記記録層は、希土類リッチ組成の記録膜と、遷移金属リッチ組成の記録膜とが周期的に積層したことを特徴とする請求項 4 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 8】 前記記録層は、少なくとも表面粗さが、 $R_a 0.5 \text{ nm}$ 以上である下地層の上に形成されたことを特徴とする請求項 1 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 9】 前記下地層としては、基板、誘電体層、もしくは、磁性層を用いることを特徴とする請求項 8 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 10】前記記録層が、不活性ガスを用いて製膜することを特徴とする請求項 1 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 11】前記不活性ガスとしては、Ne、Ar、Kr、あるいはXeを用いることを特徴とする請求項 10 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 12】少なくとも前記記録層がNe、Ar、Kr、あるいはXe原子を含有量する構造を特徴とする請求項 10 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 13】前記記録層に形成される記録磁区の大きさが、少なくとも $0.5 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の光磁気記録媒体。

【請求項 14】前記基板上に、前記記録層に形成される記録磁区のパターンに応じて、ピット形状のパターンを形成していることを特徴とする請求項 13 に記載の光磁気記録媒体。

【請求項 15】前記基板上に、前記記録層に形成される記録磁区の最小パターンよりも小さいピット形状の凹凸のパターンを形成していることを特徴とする請求項 13 に記載の光磁気記録媒体。

【請求項 16】前記記録層を形成する下地層表面の形状をエッチングすることにより変化させることを特徴とする請求項 1 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 17】前記下地層としては、基板、誘電体層、もしくは、磁性層を用いることを特徴とする請求項 16 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 18】イオン照射エッチング、プラズマエッチング等のドライエッチングを行うことを特徴とする請求項 16 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 19】光ディスク基板上に少なくとも再生層、中間層、記録層が順次積層する記録膜を形成する光磁気記録媒体の製造方法であって、

前記記録層の製造時には、真空室内の到達真空度を、 $1 \times 10^{-5} \text{Pa}$ 以下に真空排気した後に、前記真空室内に少なくとも、Ar ガス、あるいは、Ne ガス、Kr ガス、Xe ガスを導入することを特徴とする光記録媒体の製造方法。

【請求項 20】記録層形成時の、真空室内の O_2 、 H_2O 、 N_2 、 H_2 分圧が、製膜圧力に対して、 100ppm 以下であることを特徴とする光記録媒体の製造方法。

【請求項 21】前記真空室内の前記記録膜製造時の製膜圧力は、 0.6Pa か

ら 6.0 Pa の範囲にあることを特徴とする請求項 19 または 20 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 22】前記記録層の製造時の堆積速度が、 0.5 nm/sec 以上 10 nm/sec 以下であることを特徴とする請求項 19 または 20 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーザ光の照射による温度上昇を利用して情報の記録及び消去を行い、且つ磁気光学効果を利用して記録信号の読み出しを行う光磁気記録媒体及びその製造方法、および、その記録再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、情報記録媒体に光ビームを照射し、その反射光を検出して情報の再生が行える光メモリとして、位相ピットによって情報を記録した ROM 型のメモリ、光ビームの照射によって記録膜に孔を開けて情報を記録するライトワンス型の光メモリ、光ビームの照射によって記録膜の結晶相を変化させて記録を行う相変化型光メモリ、光ビームの照射と磁界の印加によって記録層の磁化方向を変化させて記録を行う光磁気メモリなど、種々の光メモリが提案されている。

【0003】

これらの光メモリにおいて、信号の再生分解能は、ほとんど再生光の波長 λ と対物レンズの開口数 (N. A.) で決まり、検出限界のピット周期はほぼ $\lambda / (2 \cdot \text{N. A.})$ であった。しかし、再生光の波長を短くしたり、対物レンズの開口数を大きくすることは容易でないため、記録媒体や再生方法を工夫して情報の記録密度を上げる試みがなされている。特に光磁気記録媒体では情報の記録密度を上げるための様々な試みが提案されている。例えば、再生用光ビームに差し掛かった磁壁を次々と移動させ、この磁壁の移動を検出することによって前記の波長と対物レンズの開口数で決まる検出限界を越えて再生分解能を向上させる技術が開示されている (特許文献 1 参照)。この技術では、再生用光ビームに差し掛

かると磁壁が移動する第1の磁性層である再生層が各情報トラック間で磁氣的に分離されていると、特に良好な再生信号が得られる。

【0004】

【特許文献1】

特開平6-290496号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、光磁気記録媒体の記録層に高密度に記録する場合には、微小な記録磁区を安定して記録して保持する必要があるが、微細な記録磁区では、記録時の磁壁の移動により、記録磁区の形状、大きさが不安定になるという課題があった。

【0006】

特に、記録膜の組成、製膜方法によっては、記録層の垂直磁気異方性が小さくなるために、微小な記録磁区を安定に形成するのが難しいという課題を有していた。

【0007】

また、磁氣的超解像方式を用いて、記録層の記録磁区を再生層に転写させるためには、記録層の垂直磁気異方性を利用した安定な磁氣的結合が必要であり、記録層の磁気特性に依存して転写特性が変化し、転写が不安定な場合には、転写ノイズ、および磁壁移動に伴うノイズが大きくなり、再生信号品質が低下するという課題があった。

【0008】

また、トラッキングのための溝を形成した場合、溝幅、溝深さ等に伴う表面形状の変化により、記録層の垂直磁気異方性、記録膜間の交換結合力等の磁気特性が変化し易いという課題があった。

【0009】

本発明は、このような従来技術の課題を解決すべくなされたものであり、情報の記録再生のための光スポットの回折限界以下での信号が高速で記録再生が可能である、あるいは、記録磁区の大きさが縮小した場合にも磁気ヘッドでの検出信

号量が低下しないで信号再生が可能となり、記録密度ならびに転送速度を大幅に向上でき、高密度に記録した場合にも、安定した記録磁区を形成可能な光磁気記録媒体とその製造方法を提供することにある。

【0010】

また、本願発明の構成では、記録層の $M_s H_c$ を大きくした構成により、マーク長が $0.3\mu m$ 以下の高密度に記録した場合であっても、DWDD方式等の磁氣的超解像を用いて、優れた信号特性が得られ、しかも記録磁区が安定して形成保持されているために、繰り返し記録再生に対しても安定な光磁気記録媒体とその製造方法、および記録再生方法を提供するものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、以下の本発明により達成される。

【0012】

本発明の光磁気記録媒体は、光ディスク基板上に少なくとも膜面垂直方向に磁気異方性を有する記録層を備えた構成の光磁気記録媒体であって、少なくとも前記記録層の、室温における保磁力 H_c と飽和磁化 M_s の積が、 $M_s \cdot H_c > 3 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ の関係を満たすことを特徴とする構成、あるいは、さらに光ディスク基板上に少なくとも再生層、中間層、記録層が順次積層し磁氣的に結合した構成の記録膜を備えた構成の光磁気記録媒体であって、前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生されることを特徴とする光磁気記録媒体の構成により上記の目的が達成される。

【0013】

また、前記記録層は、少なくとも、 Tb 、 Fe 、 Co を含有することを特徴とする光磁気記録媒体である。

【0014】

またこの時、前記記録層は、間欠的に積層した構造を有すること、さらに、間欠的な積層周期が、各単一の元素ごとに 2 nm 以下で積層した、あるいは、材料、または、組成比の異なる層ごとに 2 nm 以下で積層した構成により上記の目的

が達成される。

【0 0 1 5】

また、上記の材料、または、組成比の異なる層ごとに積層した場合には、好ましくは、希土類リッチ組成の記録膜と、遷移金属リッチ組成の記録膜を周期的に積層したことを特徴とする光磁気記録媒体である。

【0 0 1 6】

また、前記記録層は、少なくとも表面粗さが、 $Ra 0.5 \text{ nm}$ 以上である下地層の上に形成された構成、さらに、前記下地層としては、基板、誘電体層、もしくは、磁性層を用いることを特徴とする構成の光磁気記録媒体である。

【0 0 1 7】

あるいは、前記記録層が、不活性ガスを用いて製膜すること、さらに、前記不活性ガスとしては、 Ne 、 Ar 、 Kr 、あるいは Xe を用いることを特徴とする光磁気記録媒体である。

【0 0 1 8】

また、さらに好ましくは、少なくとも前記記録層が Ne 、 Ar 、 Kr 、あるいは Xe 原子を含有量する構造を特徴とする光磁気記録媒体により上記の目的が達成される。

【0 0 1 9】

また、前記記録層に形成される記録磁区の大きさが、少なくとも $0.5 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする構成の光磁気記録媒体である。

【0 0 2 0】

あるいは、前記基板上に、記録層に形成される記録磁区のパターンに応じて、ピット形状のパターンを形成していることを特徴とする構成の光磁気記録媒体である。

【0 0 2 1】

さらに、前記基板上に、記録層に形成される記録磁区の最小パターンよりも小さいピット形状の凹凸のパターンを形成していることを特徴とする構成により上記の目的が達成される。

【0 0 2 2】

また、本発明の光磁気記録媒体の製造方法は、光ディスク基板上に少なくとも形成する光磁気記録媒体の製造方法であって、前記記録層を形成する下地層表面の形状をエッチングすることにより変化させることを特徴とする。さらに、エッチング方法としては、イオン照射エッチング、プラズマエッチング等のドライエッチングを行うことを特徴とする光磁気記録媒体の製造方法により上記の目的が達成される。

【0023】

また、前記下地層としては、基板、誘電体層、もしくは、磁性層を用いることを特徴とする光記録媒体の製造方法である。

【0024】

さらに、本発明の光磁気記録媒体の製造方法は、光ディスク基板上に少なくとも再生層、中間層、記録層が順次積層する記録膜を形成する光磁気記録媒体の製造方法であって、前記記録層の製造時には、真空室内の到達真空度を、 1×10^{-5} Pa 以下に真空排気した後に、前記真空室内に少なくとも、Ar ガス、あるいは、Ne ガス、Kr ガス、Xe ガスを導入することを特徴とする光磁気記録媒体の製造方法である。

【0025】

また、本発明の光磁気記録媒体の製造方法は、記録層形成時の、真空室内の O_2 、 H_2O 、 N_2 、 H_2 分圧が、製膜時に導入した製膜圧力に対して、100 ppm 以下であること、あるいはさらに、前記真空室内の前記記録膜製造時の圧力は、0.6 Pa から 6.0 Pa の範囲にあること、あるいは、前記記録層の製造時の堆積速度が、0.5 nm/sec 以上 10 nm/sec 以下であることを特徴とする光磁気記録媒体の製造方法により上記の目的が達成される。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下に、実施の形態をもって本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はその趣旨を越えない限り以下の実施の形態に限定されるものではない。

【0027】

(実施の形態1)

以下、本発明をその実施の形態について図面を参照にして詳細に説明する。

【0028】

図1は本発明の実施の形態1における光磁気記録媒体（以下、光磁気ディスク）の構造を示す断面図である。図1において、11はポリカーボネートからなる透明な光ディスク基板、12は記録膜の保護と媒体の光学的特性を調整するための誘電体層である。積層した記録膜は、13は情報を磁壁の移動によって検出するための再生層、14は再生層と記録層の間の交換結合を制御するための中間遮断層（あるいは、中間層）、15は情報を保持しておく記録層により構成されている。さらに、16は記録膜の保護のための第2の誘電体層、17はオーバーコート層である。

【0029】

図1で示した本発明の実施の形態1における光磁気記録媒体は、再生用光ビームに差し掛かった磁壁を次々と移動させこの磁壁の移動を検出することによって、再生光の波長と対物レンズの開口数で決まる検出限界を越えて超解像再生が可能となるDWDD方式を光磁気記録媒体に適用できる構成である。

【0030】

なお、上述した構成に積層した記録膜は磁壁の移動を利用して、再生信号の振幅を大きくする方法であるDWDD方式（Domain Wall Displacement Detection）の一例であり、例えば特許文献1に記載される如く、大きな界面飽和保磁力を有する磁性膜を記録層とし、小さな界面飽和保磁力を有する磁性膜を磁壁移動する再生層とし、比較的低いキュリー温度を有する磁性膜を切り換えのための中間層として用いている。したがって、DWDD方式を可能にする磁性膜を用いていれば良く、この膜構成に限るものではない。

【0031】

上記したDWDD方式の再生原理について、図2を参照しながら説明する。

【0032】

図2（a）は、回転している光磁気ディスクの記録膜の断面を示す図であり、光ディスク基板（図示していない）、誘電体層の上に、再生層、中間層、記録層

の 3 層構成の記録膜により構成され、さらに図示していないが、誘電体層が形成され、その上に紫外線硬化樹脂の保護コート層が形成されている。

【 0 0 3 3 】

再生層としては、磁壁抗磁力の小さい磁性薄膜材料を用いており、中間層はキュリー温度の小さい磁性膜、記録層は小さなドメイン径でも記録磁区を保持できる磁性膜を用いている。ここで、従来の光磁気記録媒体では、再生層に、ガードバンド等を形成することにより、閉じていない磁壁を含む磁区構造を形成している。

【 0 0 3 4 】

図に示すように、情報信号は、記録層に熱磁気記録された記録磁区として形成されている。レーザ光スポットの照射されていない室温での記録膜は、記録層、中間層、再生層がそれぞれ強く交換結合しているため、記録層の記録磁区はそのまま再生層に転写形成される。

【 0 0 3 5 】

図 2 (b) は、 (a) の断面図に対応した位置 χ と記録膜の温度 T との関係を表す。図示されているように、記録信号の再生時には、ディスクが回転し、トラックに沿ってレーザ光による再生ビームスポットが照射される。この時、記録膜は、図 2 (b) に示すような温度分布を示し、中間層 (あるいは中間遮断層、スイッチング層) がキュリー温度 T_c 以上となる温度領域 T_s が存在し、再生層と記録層との交換結合が遮断される。

【 0 0 3 6 】

また、再生ビームが照射されると、図 2 (c) の磁壁エネルギー密度 σ に対する依存性に示すように、図 2 (a) 、 (b) の位置に対応するディスク回転方向の χ 方向に磁壁エネルギー密度 σ の勾配が存在するために、図 2 (d) に示すように、位置 χ での各層の磁壁に対して磁壁を駆動させる力 F が作用する。

【 0 0 3 7 】

この記録膜に作用する力 F は、図に示すように磁壁エネルギー密度 σ の低い方に磁壁を移動させるように作用する。再生層は、磁壁抗磁力が小さく磁壁の移動度が大きい特性を有するので、閉じていない磁壁を有する場合の再生層単独では

、この力Fによって容易に磁壁が移動する。従って、再生層の磁壁は、矢印で示したように、より温度が高く磁壁エネルギー密度の小さい領域へと瞬時に移動する。そして、再生ビームスポット内を磁壁が通過すると、スポット内での再生層の磁化は光スポットの広い領域で同じ方向に揃う。

【0038】

この結果、記録磁区の大きさに依らず、再生信号振幅は、常に一定の最大振幅になる。また、GMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて信号再生する場合にも、光ビーム等により記録膜を昇温させることにより、同様に再生層での転写磁区を拡大することにより、常に一定の最大振幅の信号量となる。

【0039】

しかしながら、従来のDWDD方式の光磁気ディスクでは、記録層から転写した再生層での磁壁移動を容易にさせるために、再生層でのトラック間の交換結合を遮断することにより閉じていない磁壁を含む磁区構造を形成し、さらに、再生層の磁壁の駆動力よりも、保磁力の大きな記録層により、微小な磁区であっても安定に記録する必要があった。また、記録磁区形状が変動した場合には、変形した磁区が再生層へ転写することにより、再生信号が変動するという課題を有していた。

【0040】

次に、本願発明の実施の形態1における光磁気ディスク1の構成と作製方法について詳細に説明する。

【0041】

図1に示すように、光ディスク基板11に、上述した磁性膜を含む多層に積層した記録膜を製膜して形成されている。光ディスク基板11は、グループ2の両側にはランド部3が形成されており、矩形型のグループ2の深さhは、ランド部3の上面から40nmを有する。また、本実施の形態の光磁気ディスク1のトラックピッチは0.7 μ mであり、グループ幅は0.5 μ mである。

【0042】

まず、図に示すように、直流マグネトロンスパッタリング装置の中には、グループが形成されたポリカーボネートからなる透明な光ディスク基板11に対向し

て、BドーピングしたSiターゲットを設置し、光ディスク基板を基板ホルダーに固定した後、 8×10^{-6} Pa以下の高真空になるまでチャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。そして、真空排気をしたままArガスとN₂ガスを0.3 Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、誘電体層12としてSiNが40 nm、反応性スパッタリング法により膜形成される。

【0043】

引き続き誘電体層12上には、同様に真空排気をしたまま、Arガスを0.5 Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、Gd、Fe、Co、Alそれぞれのターゲットを用いて、DCマグネトロンスパッタリング法によりGdFeCoAlからなる再生層13を30 nm形成する。次に、Arガスを1.8 Paとなるまでチャンバー内に導入し、Tb、Dy、Fe、Coそれぞれのターゲットを用いて、TbDyFeCoの中間遮断層14を15 nm形成する。

【0044】

次に、Tbターゲット4、FeCoターゲット5を用いて、Arガスを1.5 Paとなるまでチャンバー内に導入し、TbとFeCoが周期的に積層するように記録層15を60 nm、DCマグネトロンスパッタリング法により形成される。ここで、TbFeCoの膜組成は、それぞれのターゲットの投入パワー比を調整することにより、所望の膜組成に合せることができる。また、この時の真空室内のArガス圧力に対する、O₂、H₂O、N₂、H₂分圧は、それぞれ製膜圧力に対して、10 ppm、30 ppm、40 ppm、35 ppmである。

【0045】

さらに次に、0.3 Paとなるまでチャンバー内にArガスとN₂ガスを導入し、基板を回転させながら、SiNからなる第2の誘電体層16を70 nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。

【0046】

そして、さらに誘電体層16の上には、エポキシアクリレート系樹脂からなるオーバーコート層17を滴下させた後、スピンコートにより6 μ mの膜厚に塗布され、紫外線ランプを照射して硬化させることにより形成する。

【0047】

ここで、GdFeCoAlの再生層13は補償組成温度が150℃でキュリー温度が270℃であり、TbDyFeCoの中間遮断層14はキュリー温度が150℃で、キュリー温度以下では常に希土類金属組成が優勢である。また、TbFeCoの記録層15は補償組成温度が80℃であり、キュリー温度は310℃になるように各ターゲットの投入パワーを設定して組成を調整して製膜した。

【0048】

次に、記録層の製造方法についてさらに詳しく説明する。図3は、本実施の形態の記録層15を製造するスパッタリング装置の構成図である。図に示すように、Tbターゲット4、FeCoターゲット5を用いて、Arガスを1.5Paとなるまでチャンバー内に導入し、TbとFeCoが周期的に積層するようにの記録層15を60nm、DCマグネトロンスパッタリング法により形成する。ここで、記録層15のTbFeCo製膜時に、製膜速度、光ディスク基板の回転数を制御することにより、TbとFe、Coの遷移金属が1.5nmの周期的な積層構造を有する非晶質な膜構造の磁性薄膜を形成できる。具体的には、TbFeCoの記録層15製膜時には、40rpmで自公転の回転をしながら、それぞれの元素粒子が、0.7nm/secの製膜レートで、それぞれ製膜することにより、上記膜構造が得られる。また、TbFeCoの膜組成は、それぞれのターゲットの投入パワー比を調整することにより、所望の膜組成に合せることができる。

【0049】

そして、このように、少なくとも記録層を2.0nm以下の周期的な積層構造にすることにより、記録層の飽和磁化Msと保磁力Hcとの積を増大させることができ、 $3.0 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ 以上のMs・Hcが得られる。

【0050】

実際、本実施の形態の記録層では、 $4.2 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ という大きなMs・Hc値が得られ、70nm以下の微小磁区を記録した場合にも、安定した記録磁区を形成でき、繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

【0051】

この時、本実施の形態では、記録層の製膜時に、到達真空度は、 8×10^{-6} Paであり、真空室内のArガス圧力に対する、O₂、H₂O、N₂、H₂分圧は、それぞれ製膜圧力に対して、10 ppm、30 ppm、40 ppm、35 ppmである。真空室内の不純ガスが増加すると、記録層中に取り込まれるために、Ms・Hcが低下する傾向にあるが、本実施の形態に記載のように、少なくとも、記録層の製膜時に、到達真空度は、 1×10^{-5} Pa以下であり、真空室内のArガス圧力に対する、O₂、H₂O、N₂、H₂分圧は、少なくとも100 ppm以下であれば、同等の効果が得られる。

【0052】

ここで、図4に本実施の形態の光磁気記録媒体の、記録層の積層構造の周期に対するMs・Hcの依存性を示す。図に示すように、記録層のMs・Hcは、積層周期が2.0 nm以下になると増加が顕著になり、1.0 nmの周期的な積層構造ではほぼ最大となる。従って、Ms・Hc値が $3.0 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ 以上であるためには、2.0 nm以下の積層周期とする必要がある。

【0053】

次に、図5に、本実施の形態の光磁気記録媒体の、記録層のMs・Hcに対する、記録マーク長限界の依存性を示す。図に示すように、記録層のMs・Hcが大きくなると、記録限界となるマーク長は小さくすることができ、本実施の形態では、周期的な積層構造の記録層により、微小磁区の安定性に優れている。そして、Ms・Hc値が $3.0 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ 以上であれば、80 nm以下のマーク長の記録磁区であっても、安定に記録再生可能であり、DWDD方式の記録膜を用いた場合にも、安定して再生層に転写し、磁壁移動が容易であるため、信号振幅が拡大して、優れた記録再生信号が得られる。

【0054】

上記本実施の形態の光磁気ディスク1では、矩形のランド3とグループ2を有し、記録トラック間をアニール処理する方法、あるいは、グループ2が深い構成のランド3を有する構成により、情報の記録されるトラック間が磁性的遮断され、再生層に転写された記録磁区が容易に磁壁移動するため、前述したDWDD方

式による記録再生が可能である。

【 0 0 5 5 】

また、本実施の形態の構成の光磁気ディスク 1 は、再生層は閉じていない磁壁を含むグループ間がランド 3 により分離され、グループに情報を記録する構成となっているが、逆にランド部に記録する構成、あるいは、ランド／グループの両方に記録する構成であっても同等の特性が得られる。

【 0 0 5 6 】

さらに、本実施の形態では、トラックピッチが $0.7 \mu\text{m}$ であったが、情報の記録されるグループ幅が $0.6 \mu\text{m}$ 以下の構成であって、記録情報の最短のマーク長が $0.5 \mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは、 $0.3 \mu\text{m}$ の記録ドメインを記録する構成であれば、より効果が大きい。

【 0 0 5 7 】

以上のように、本実施の形態の構成により、DWDD 方式により、高密度に記録再生した場合にも、安定した再生信号特性が得られる。

【 0 0 5 8 】

なお、本実施の形態の光磁気記録媒体の記録層は、Tb と FeCo が 1.5 nm に周期的に積層する構成であったが、上記した構成に限定されるものではなく、積層周期が 0.4 nm 以上、 2 nm 以下に積層した構成であって、記録層の膜厚を 50 nm 以上、より好ましくは、 60 nm から 200 nm に形成した構成であれば、同等の効果が得られる。

【 0 0 5 9 】

また、本実施の形態では、Tb と Fe、Co の遷移金属が周期的な積層構成について述べてきたが、Tb、Fe、Co それぞれ異なるターゲット、あるいは、それ以外の材料を含む構成であっても、 2 nm 以下の積層周期を有する記録層の構成であればよい。

【 0 0 6 0 】

以上のように、本発明においては、記録情報の書き換え可能な積層周期構成を有することにより、 $M_s \cdot H_c$ を拡大した構成の記録層により、 $0.3 \mu\text{m}$ 以下の微小磁区を安定して形成することにより磁壁の移動度を確保でき、DWDD 方

式による転写磁区の移動により拡大した再生信号を可能にすることができる。さらに、情報トラックでの記録磁区は安定した形状に形成させるために、記録再生時に隣接トラックからのクロスライト及びクロストークも低減できるものである。

【0061】

(実施の形態2)

次に、本発明の実施の形態2を、図面に基づいて具体的に説明する。

【0062】

図6は本発明の実施の形態2における光磁気ディスク20の構造を示す断面図である。図中、21はポリカーボネートからなる光ディスク基板であり、幅方向に並設されたトラックはグループ29が形成されており、その境界には逆V字型のランド部30により情報を記録するトラック間ごとに分離されている。

【0063】

また、本願発明のフォーマット方式の構成の一例について説明すると、書き換え可能なグループ部の領域と、サーボ用のウォブルピットとアドレスピットの形成されたピット領域とがトラック上に交互に並設されており、サンプルサーボ方式等のフォーマット構成によりトラック間サーボをかけながら、アドレスを検出し、書き換え可能な領域に情報を記録再生を行うことができる。

【0064】

この時、レーザ光波長を λ とすると、 $\lambda/20n$ から $\lambda/3n$ の範囲、あるいは20nmから180nmの範囲にあるプリピット及びグループ部の深さを有する構成により、アドレスピット等のプリピットが検出可能であり、しかも、グループ記録によりトラック間での磁気的な遮断によるDWDD方式による記録再生を実現できる。

【0065】

本実施の形態の光磁気記録媒体20は、ポリカーボネートからなる透明な光ディスク基板21の上に、記録膜の保護と媒体の光学的特性を調整するための誘電体層22を形成し、積層した記録膜は、情報を磁壁の移動によって検出するための再生層23、ゴーストを低減するための制御層24、再生層と記録保持層の間

の交換結合を制御するための中間遮断層 25、情報を保持しておく記録層 26 の 4 層で構成されている。その上に、記録膜の保護のための第 2 の誘電体層 27、さらにその上にオーバーコート層 28 が形成されている。

【0066】

そして、実施の形態 2 の光磁気記録媒体では、この構成により、実施の形態 1 同様、再生用光ビームに差し掛かった磁壁を次々と移動させ、この磁壁の移動を検出することによって、再生光の波長と対物レンズの開口数で決まる検出限界を越えて超解像再生が可能となる光磁気記録媒体に適用できる。

【0067】

ここで、本実施の形態の光磁気ディスク 20 の光ディスク基板 21 上は、情報を記録するグルーブ 29 の境界にはランド部 30 が形成されており、グルーブ部 29 の深さ h は、ランド部 30 の上面から 45 nm を有し、ランド部によりグルーブ部 29 は互いに隣接トラックから磁性的に独立している。また、本実施の形態の光磁気ディスク 20 のトラックピッチは $0.6 \mu\text{m}$ であり、グルーブ幅は $0.45 \mu\text{m}$ である。

【0068】

まず、図に示すように、グルーブが形成されたポリカーボネートからなる透明な光ディスク基板 21 上に、まず、マグネトロンスパッタリング装置に、 $\text{ZiS} \cdot \text{SiO}_2$ ターゲットを設置し、光ディスク基板を基板ホルダーに固定した後、 $6 \times 10^{-6} \text{Pa}$ 以下の高真空になるまでチャンバー内をクライオポンプで真空排気する。真空排気をしたまま Ar ガスを 0.5Pa となるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、誘電体層 22 として $\text{ZiS} \cdot \text{SiO}_2$ を高周波スパッタリングにより 80 nm 製膜する。

【0069】

引き続き誘電体層 22 上には、 GdFeCoCr からなる再生層 23 が、同様に真空排気をしたまま、Ar ガスを 0.6Pa となるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、 $\text{Gd}_{25}\text{Fe}_{60}\text{Co}_{11}\text{Cr}_4$ 、 $\text{Gd}_{24}\text{Fe}_{58}\text{Co}_{10}\text{Cr}_8$ 、 $\text{Gd}_{23}\text{Fe}_{55}\text{Co}_9\text{Cr}_{13}$ (組成は mol %) の組成からなる合金ターゲットも用いて、順次 10 nm ずつ膜形成する。

【0070】

次に、 $TbFeCoCr$ の制御層24が10nm、 $TbDyFeCr$ の中間遮断層25が15nm順次DCマグネトロンスパッタリング法により膜形成される。

【0071】

次に、 $TbFeCoCr$ の記録層26は、 Kr ガスを2.6Paとなるまでチャンバー内に導入し、 $Tb_{22}Fe_{58}Co_{18}Cr_2$ と $Tb_{27}Fe_{53}Co_{20}$ のターゲットを交互にDCスパッタリングしながら、組成の異なる磁性層を周期的に積層しながら100nm製膜する。

【0072】

さらに、0.6Paとなるまでチャンバー内に Ar ガスを導入し、基板を回転させながら、 $ZiS \cdot SiO_2$ からなる第2の誘電体層26を100nm、高周波スパッタリング法により膜形成されている。

【0073】

そして、さらに第2の誘電体層27の上には、エポキシアクリレート系樹脂からなるオーバーコート層28がスピンコートにより塗布され、紫外線を照射して硬化させることにより形成する。

【0074】

ここで、特に、本実施の形態の再生層23は、組成の異なる磁性膜3層で構成されている。再生層は、 $GdFeCoCr$ の再生層23は補償組成温度が160℃でキュリー温度が230℃の層、補償組成温度が140℃でキュリー温度が200℃の層、補償組成温度が120℃でキュリー温度が170℃の層、の3つの組成を含む再生層により構成されている。また、 $TbFeCoCr$ の制御層24はキュリー温度が160℃で、キュリー温度以下では常に遷移金属組成が優勢である。 $TbDyFeCr$ の中間遮断層25はキュリー温度が145℃で、キュリー温度以下では常に遷移金属組成が優勢である。

【0075】

また、 $TbFeCoCr$ の記録層26は、図7の光磁気記録媒体の製膜装置の構成図に示すように、真空室内で記録層用の複数の合金ターゲット31、32に

対向した位置に配置した基板ホルダーに光ディスク基板 21 を保持し、スパッタリングにより製膜する。光ディスク基板 21 上には、誘電体層 22、再生層 23、制御層 24、中間遮断層 25 が積層されたのちに、図 7 の複数のターゲットを用いて、基板ホルダーを回転させながら薄膜形成することにより作製する。製膜が完了すると光磁気ディスクは、基板ホルダーと共に、真空搬送機構により、別の真空室に移動して、さらに、第 2 の誘電体層が形成される。また、ターゲットの裏面にはマグネットが配置されたカソードにより構成されており、記録膜用のカソードは、直流電源により電力を供給され、DC マグネトロンスパッタリング法により、膜形成される。

【0076】

TbFeCoCr の記録層 26 は、製膜時の Kr ガス圧力、製膜速度、基板ホルダーに保持した光ディスク基板の回転数を制御することにより磁性薄膜の構造を変化させることが可能である。具体的には、TbFeCoCr の記録層は基板回転数 80 rpm、製膜時の Kr ガス圧 2.6 Pa、 $Tb_{22}Fe_{58}Co_{18}Cr_2$ と $Tb_{27}Fe_{53}Co_{20}$ それぞれのターゲットを交互に製膜速度 1.5 nm/sec にすることにより、1.0 nm の周期的な積層構造の記録層を 100 nm の膜厚に形成できる。ここで、TbFeCoCr の記録層 26 は、希土類リッチ組成と遷移金属リッチ組成が積層されているが、記録層全体の膜組成としては、補償組成温度が 100 °C であり、キュリー温度は 270 °C を示すように調整している。

【0077】

この時、製膜時に、Kr ガスを導入し、組成の異なる TbFeCoCr 膜を周期的に、積層構造にすることにより、記録層の $M_s \cdot H_c$ を増大することができる。

【0078】

実際、本実施の形態の記録層では、 $3.8 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ の $M_s \cdot H_c$ が得られ、微小磁区を記録した場合にも、安定した記録磁区を形成でき、繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

【0079】

また、本実施の形態の周期的な積層構造の記録層により、微小磁区の安定性に優れているため、80 nm以下のマーク長の記録磁区であっても、安定に記録再生が可能であり、DWDD方式の記録膜を用いた場合にも、記録層26から再生層23に転写磁区が形成され、容易に磁壁移動させることができるため、信号振幅が拡大して、優れた記録再生信号が得られる。実際、本実施の形態では、95 nmのマーク長の記録磁区であっても、安定して再生層23に転写し、磁壁移動して再生できるため、信号振幅が磁区拡大再生により12%以下のジッタが得られた。また、線速は2.4 m/s、光パルス磁界変調記録で信号の記録した場合には、再生パワー3.6 mWでジッタは最小となり、再生パワー±20%の範囲で再生ジッタがほとんど変化なく、十分な再生信号特性が得られていることがわかる。

【0080】

なお、本実施の形態では、 $Tb_{22}Fe_{58}Co_{18}Cr_2$ と $Tb_{27}Fe_{53}Co_{20}$ それぞれのターゲットを交互に製膜し、1.0 nmの周期的構造の膜構成について述べてきたが、上記構成に限定されるものではなく、それぞれ必要な複数の組成の記録層用ターゲットを用いた構成で、2.0 nm以下の積層構造であれば、同様の効果が得られ、90 nm以下のマーク長まで、記録再生できることを確認できた。

【0081】

また、ここで、記録層の $M_s \cdot H_c$ は、製膜時の真空排気速度、Kr流量、圧力にも依存性して変化し、真空排気速度は 1×10^{-5} Pa以下、さらに好ましくは 8×10^{-6} Pa以下、製膜時のKr圧力は0.5 Pa以上、4.5 Pa以下とすれば同等の効果がある。また、この時、真空ポンプの能力を考慮すれば、Kr流量も大きい方が良く、少なくとも20 sccm以上は導入する方が好ましく、この時、記録膜の構造単位の間にはKr原子が取り込まれており、記録層の $M_s \cdot H_c$ の増大効果も大きい。

【0082】

また、製膜時の磁性膜の堆積製膜速度に対する、記録層の $M_s \cdot H_c$ からは、堆積製膜速度が20 nm/sec以下の製膜速度であれば、 $M_s \cdot H_c$ を増加さ

せて膜形成することができる。しかしながら、製膜速度が 1 nm/sec 未満になると、製膜時の時間が長くなり、記録膜の磁気特性は希土類金属が減少する方向に劣化するために、グループの記録膜からの再生信号量が急激に低下する。このことを避けるためには、記録層製造時の投入パワー、膜厚・膜分布補正板等の調整により、 2 nm/sec 以上 20 nm/sec 以下の製膜速度、さらにより好ましくは、 4 nm/sec 以上 10 nm/sec 以下の製膜速度に設定して製膜することが好ましい。

【0083】

以上のように、記録層の限界の最短マーク長は、垂直磁気異方性に依存するが、本実施の形態のように、記録層の飽和磁化と保磁力の積 ($M_s \cdot H_c$ 積) を 3.0×10^6 以上にすることにより、 90 nm 以下のマーク長まで記録再生が可能となる。

【0084】

また、上記の記録層の $M_s \cdot H_c$ 積を増大させるためには、記録層中に K_r 原子（あるいは Ar 、 Xe 等の不活性ガス）の含有量を増大させれば効果が大きい。EPMA（電子プローブX線マイクロアナライズ）、あるいはRBS（ラザフォード・バックスキャタリング法）等により膜中の K_r 量を検出でき、実際、膜中の K_r 量（あるいは Ar 、 Xe ）が、 $0.5\text{ mol}\%$ 以上 $4.0\text{ mol}\%$ 以下の構成であれば同等の効果が得られる。

【0085】

したがって、DWDD方式による光磁気記録媒体の信号特性を向上させるためには、記録層の 2 nm 以下の積層構造、さらに好ましくは、 1.5 nm 以下の積層周期構造であれば、 90 nm 以下の短いマークを記録した場合にも十分に安定な膜面垂直方向の磁気異方性が得られ、同等の高密度記録再生が可能となることがわかる。

【0086】

また、本実施の形態の記録層での 1.0 nm の積層構造の特性では、信号再生時のジッタは、 100 nm から 180 nm 範囲で最小となる。膜厚の最適値は、記録層の膜組成、磁気特性によって異なるが、積層周期構造を有する記録層では

、比較的膜厚を大きくすることにより、記録再生特性が向上し、40 nm以上300 nm以下の記録層の膜厚、さらに好ましくは、80 nm以上200 nm以下の膜厚にすることにより、90 nm以下の短いマークまで安定して記録磁区を形成し、安定して再生層に転写再生できることがわかる。

【0087】

以上のように、本発明においては、DWDDを用いた記録再生が可能な磁性膜を有し、記録情報の書き換え可能なトラック領域と隣接トラックとの境界部分を磁氣的に遮断し、記録層が周期的な積層構造を備えた構成、より具体的には、記録層が2 nm以下、さらに好ましくは、1.5 nm以下の周期的な積層構成を備えることにより、マーク長が小さい場合、特に最短マーク長が90 nm以下の場合にもDWDD方式により転写磁区の移動による再生信号の拡大を可能にすることができる。

【0088】

以上のように、本実施の形態の構成により、DWDD方式により、高密度に記録再生した場合にも、安定した再生信号特性が得られる。

【0089】

(実施の形態3)

次に、本発明の実施の形態3を、図面に基づいて具体的に説明する。

【0090】

図8は本発明の実施の形態3における光磁気ディスク40の構造を示す断面図である。図中、41はポリオレフィンからなる光ディスク基板であり、幅方向に並設されたトラックは溝形状に形成されており、その境界には逆V字型のランド部により情報を記録するトラック間ごとに分離されている。

【0091】

本実施の形態の光磁気記録媒体40は本発明の実施の形態2と同様の膜構成をしており、ポリオレフィンからなる透明な光ディスク基板41、記録膜の保護と媒体の光学的特性を調整するための誘電体層42、積層した記録膜は、情報を磁壁の移動によって検出するための再生層43、ゴースト信号を低減するための制御層44、再生層と記録保持層の間の交換結合を制御するための中間遮断層45

、情報を保持しておく記録層 46 の膜構成に形成されている。これら記録膜の保護のための第 2 の誘電体層 47、オーバーコート層 48 は、記録層の上に順次形成されている。

【0092】

図に示した本発明の実施の形態 3 の光磁気記録媒体は、実施の形態 1 の光磁気記録媒体と同様に、再生用光ビームに差し掛かった磁壁を次々と移動させこの磁壁の移動を検出することによって、再生光の波長と対物レンズの開口数で決まる検出限界を越えて超解像再生が可能となる光磁気記録媒体に適用できる。

【0093】

本実施の形態の光磁気ディスク 40 は、このような光ディスク基板 41 上に磁性層を含む多層積層膜を製膜して形成されている。グルーブの間にはランド部が形成されており、グルーブの深さ h は、ランド部の上面から 75 nm であり、逆 V 字型のランド形状を有する。このランド部によりグルーブは互いに磁氣的に独立している。また、本実施の形態の光磁気ディスク 40 のトラックピッチは $0.5\text{ }\mu\text{m}$ であり、グルーブ幅は $0.4\text{ }\mu\text{m}$ である。

【0094】

このような構成の光磁気記録媒体 40 は、実施の形態 2 同様に、ターゲットに対向した位置に配置した光ディスク基板 41 上に薄膜を形成することにより作製する。

【0095】

まず、光ディスク基板 41 上には、SiN の誘電体層 42 が 80 nm 反応性スパッタリング法により膜形成される。さらに磁性膜は合金ターゲットを用いた DC マグネトロンスパッタリング法により膜形成される。まず、 $\text{Gd}_{26}\text{Fe}_{59}\text{Co}_{11}\text{Cr}_4$ 、 $\text{Gd}_{25}\text{Fe}_{57}\text{Co}_{10}\text{Cr}_8$ 、 $\text{Gd}_{24}\text{Fe}_{54}\text{Co}_9\text{Cr}_{13}$ 、 $\text{Gd}_{23}\text{Fe}_{51}\text{Co}_8\text{Cr}_{18}$ （組成は mol %）の組成からなる 4 種類の合金ターゲットも用いて、順次 10 nm ずつ膜形成する。次に、 TbFeCo の制御層 44 は 5 nm 、さらに TbFeAl の中間遮断層 45 が 10 nm 、が順次合金ターゲットを用いて DC マグネトロンスパッタリング法により膜形成される。

【0 0 9 6】

ここで、本実施の形態の光磁気ディスクでは、中間遮断層 4 5 形成後、A r ガス雰囲気中で、膜の表面をイオンエッチングし、R a 0. 6 n m から 1. 0 n m の表面粗さを形成する。

【0 0 9 7】

さらにその上に、T b F e C o の記録層 4 6 は、K r ガスを導入し、D C マグネトロンスパッタリング法により 1 0 0 n m 膜形成される。記録層 4 6 の上には、S i N からなる第 2 の誘電体層 4 7 が 8 0 n m、反応性スパッタリング法により膜形成されている。そして、さらに誘電体層 4 7 の上には、ウレタン系樹脂からなるオーバーコート層 4 8 がスピンコートにより塗布され、紫外線を照射して硬化させることにより形成する。

【0 0 9 8】

ここで、G d F e C o C r の再生層 4 3 は補償組成温度が 1 9 0 °C でキュリー温度が 2 7 0 °C の層、補償組成温度が 1 5 5 °C でキュリー温度が 2 2 0 °C の層、補償組成温度が 1 1 0 °C でキュリー温度が 1 7 0 °C の層、補償組成温度が 8 0 °C でキュリー温度が 1 3 0 °C の 4 つの組成の再生層により構成されている。この時、製膜時の A r 圧力は、0. 8 P a、製膜速度は 1 3 n m / s e c である。また、T b F e C o の制御層 4 4 は、キュリー温度が 1 6 5 °C で、キュリー温度以下では常に遷移金属組成が優勢であり、A r ガス圧力 2. 5 P a、製膜速度 4 n m / s e c で製膜を行い、T b F e A l の中間遮断層 4 5 は、キュリー温度が 1 5 0 °C で、キュリー温度以下では常に希土類金属組成が優勢であり、製膜時の A r ガス圧力は 2. 0 P a、製膜速度 5 n m / s e c で磁性膜を形成できる。

【0 0 9 9】

さらに、T b F e C o の記録層 4 6 は、補償組成温度が 3 0 °C であり、キュリー温度は 2 9 0 °C になるように組成を調整した磁性膜である。この時、製膜時の K r ガスの圧力は、3. 5 P a、製膜速度は 5 n m / s e c で磁性膜を形成できる。

【0 1 0 0】

上記の光磁気ディスクの構成では、光ディスク基板上に形成した中間遮断層 45 の表面をプラズマエッチングした上に記録膜を形成し、さらに、記録層製膜時に、Kr ガスを用いることにより、記録層の $M_s \cdot H_c$ を増大させることができる。

【0101】

実際、本実施の形態の記録層では、 $3.5 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ の記録層の $M_s \cdot H_c$ が得られ、微小磁区を記録した場合にも、安定した記録磁区を形成でき、繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

【0102】

この時、本実施の形態では、中間遮断層 45 の表面粗さを $R_a 0.6 \text{ nm}$ から 1.0 nm としたが、 $R_a 0.5 \text{ nm}$ 以上であれば、記録層の保磁力を増大させる効果があり、大きな $M_s \cdot H_c$ が得ることができる。

【0103】

また、本実施の形態の光磁気記録媒体 40 は、静止対向型のスパッタリング方式を用いたため、光ディスク基板等を回転させながら製膜した場合に比べて、スパッタリング粒子の方向が変化せずに製膜できるため、ターゲット組成の分布に応じて記録膜組成の均一性が得られ、垂直方向に磁性膜を堆積成長させるため、記録層製膜時の表面形状の効果を有効に利用でき、その効果もより大きい。さらに、DWDD 方式の記録再生が可能な記録膜を用いた場合にも、製造時のタクトタイムも短縮できるため生産性も高く、高密度記録時の信号特性にも優れた光磁気記録媒体を実現できる。さらに、ランドを用いた溝形状、あるいは、レーザアニール等により、磁気的に遮断された領域を有する構成により、情報信号書き換えによるオーバーライト時に、オーバーライトパワーマージンも拡大させることができるものである。特に、ポリオレフィンからなる光ディスク基板では、優れた転写性を利用して成形できるため、記録再生領域であるグルーブの隣接するトラック間の境界での結合を確実に切断することができるためその効果は大きい。さらに、プラズマエッチングにより、ランド部、あるいはランドの傾斜部の面粗さを大きくすると、記録トラックでの記録層とは磁気特性も変化するため、記録トラック間を確実に切断させることもできる。この時、トラックピッチは 0.5

μm 、グループ幅 $0.4\mu\text{m}$ の、グループに対するランドの高さは 75nm の光ディスク基板では、グループの面粗さは 1.5nm 以下とすることができる。

【0104】

以上のように、本実施の形態の光磁気記録媒体は、少なくとも記録層形成前に、プラズマエッチングし、Kr ガス雰囲気中で製膜することにより、より具体的には、 0.5nm 以上の面粗さの上に記録層を形成した構成であって、記録層の膜厚を 50nm 以上、より好ましくは、 60nm から 200nm に形成した構成であれば、記録磁区の安定性に優れ、マーク長が短い場合にも優れた再生信号特性が得られる。

【0105】

(実施の形態 4)

次に、本発明の実施の形態 4 を図面に基づいて具体的に説明する。

【0106】

図 9 は本発明の実施の形態 4 における光磁気ディスク 60 の構造を示す断面図である。図中、61 はポリカーボネートからなる光ディスク基板であり、幅方向に並設されたトラックはグループが形成されており、その境界には矩形のランド部により情報を記録するトラック間ごとに分離されている。

【0107】

本実施の形態の光磁気記録媒体 60 は本発明の実施の形態 1 とは記録膜が逆方向に積層された構成を有する。

【0108】

ポリカーボネートからなる透明な光ディスク基板 61 に、誘電体層 67 を形成し、積層した記録膜は、情報を保持しておく記録層 66、再生層と記録保持層の間の交換結合を制御するための中間遮断層 65、ゴースト信号を低減するための制御層 64、情報を磁壁の移動によって検出するための再生層 63 を順次積層し、記録膜の保護と媒体の光学的特性を調整するための誘電体層 62 がその上に順次形成されている。さらに、誘電大層 62 の上に、潤滑剤を有する摺動コート層 68 を形成する。

【0109】

本実施の形態の光磁気記録媒体は、再生用の光ビームがディスク基板を介していないという点異なるが、実施の形態1の光磁気記録媒体と同様に、再生用光ビームに差し掛かった再生層63の磁壁を次々と移動させ、この磁壁の移動を検出することによって、再生光の波長と対物レンズの開口数で決まる検出限界を越えて磁氣的超解像再生が可能となる光磁気記録媒体に適用できる。

【0110】

本実施の形態の光磁気ディスク60は、このような光ディスク基板61上に磁性層を含む多層積層膜を製膜して形成されている。グルーブの間にはランド部が形成されており、グルーブ部の深さ h は、ランド部の上面から50nmであり、矩形のランド形状を有する。このランド部によりグルーブは互いに磁氣的に独立している。また、本実施の形態の光磁気ディスク60のトラックピッチは0.55 μ mであり、グルーブ幅は0.45 μ mである。

【0111】

光磁気記録媒体60は、実施の形態3同様に、ターゲットに対向した光ディスク基板61を配置して、光ディスク基板61上に薄膜を形成することにより作製する。

【0112】

まず、光ディスク基板61上には、SiNの誘電体層67が50nm反応性スパッタリング法により膜形成される。ここで、本実施の形態の光磁気ディスク60では、Arイオンソースを用いて誘電体層SiNの表面にArイオンを照射してイオンエッチングし、Ra0.7nmの表面粗さの面を形成する。

【0113】

さらにその上に磁性膜は合金ターゲットを用いたDCマグネトロンスパッタリング法により膜形成される。まず、TbFeCoの記録層66は、 7×10^{-6} Pa以下に真空排気したあと、Krガスを導入し、DCマグネトロンスパッタリング法により100nm膜形成される。記録層66の上には、TbFeCrの中間遮断層65が10nm、TbFeCoの制御層64は5nm、さらに、GdFeCoCrからなる再生層63は、Gd₂₆Fe₅₉Co₁₀Cr₅、Gd₂₃Fe₅₅Co₇Cr₁₅（組成はmol%）の組成からなる2種類の合金ターゲットも用いて

、順次 20 nm ずつ膜形成される。以上のような、記録膜は順次合金ターゲットを用いて、DC マグネトロンスパッタリング法により膜形成される。

【0114】

さらに、SiN からなる誘電体層 62 が 60 nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。そして、さらに誘電体層 62 の上には、アルミナ系微粒子からなる潤滑剤を含む溶剤をスピコートにより塗布して、摺動コート層が形成されている。

【0115】

ここで、GdFeCoCr の再生層 63 は補償組成温度が 190 °C でキュリー温度が 260 °C の層、補償組成温度が 110 °C でキュリー温度が 180 °C の層、の 2 つの組成の再生層により構成されている。この時、製膜時の Ar 圧力は、0.8 Pa、製膜速度は 10 nm/sec である。

【0116】

また、TbFeCo の制御層 64 は、キュリー温度が 155 °C で、キュリー温度以下では常に希土類金属組成が優勢であり、Ar ガス圧力 2.8 Pa、製膜速度 4 nm/sec で製膜し、TbFeCr の中間遮断層 65 は、キュリー温度が 140 °C で、キュリー温度以下では常に遷移金属組成が優勢であり、製膜時の Ar ガス圧力は 2.5 Pa、製膜速度 5 nm/sec で磁性膜を形成できる。

【0117】

さらに、TbFeCo の記録層 66 は、補償組成温度が 30 °C であり、キュリー温度は 300 °C になるように組成を調整した磁性膜である。この時、製膜時の Kr ガスの圧力は、3.5 Pa、製膜速度は 2.5 nm/sec で磁性膜を形成できる。

【0118】

上記の光磁気ディスクの構成では、光ディスク基板上に形成した SiN 膜の表面を Ar イオン照射により表面粗さを Ra 0.7 nm と大きくしたエッチング面 70 上に記録膜を形成し、さらに、記録層製膜時に、Kr ガスを導入し圧力を大きくすることにより、記録層中への Kr ガス取り込み量を大きくすることにより、記録層の Ms・Hc を増大させることができる。実際、本実施の形態の記録層

では、 $3.2 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ の記録層の $M_s \cdot H_c$ が得られ、微小磁区を記録した場合にも、安定した記録磁区を形成でき、繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

【0119】

以上のように、本実施の形態の光磁気記録媒体によれば、 TbFeCo の記録層は、 Kr ガスの製膜条件、製膜前の表面粗さ R_a を調整することにより、 $M_s \cdot H_c$ を拡大させることができ、DWDDを用いた記録再生が可能な記録膜を実現できる。

【0120】

また、本実施の形態の光磁気記録媒体60は、ターゲットに対向した光ディスク基板へのスパッタリング方式を用い、スパッタリング粒子が垂直方向に記録膜を堆積成長させて製膜できるため、記録膜組成の均一性が得られ、 $M_s \cdot H_c$ を拡大の効果が大きく、高密度記録時の信号特性にも優れた光磁気記録媒体を実現できる。

【0121】

さらに、ランド部の形成、あるいは、レーザアニール等により、磁氣的に遮断された領域を有する構成であるため、情報信号を書き換えによるオーバーライト時のパワーマージンも拡大させることができるものである。

【0122】

さらに、本実施の形態では、光ビームを用いた記録再生方法について述べてきたが、GMRヘッド等の磁気ヘッド、あるいは、異なる波長の光ビームを用いて、記録再生する場合であっても、DWDD方式の光磁気記録媒体により、同等以上の効果が得られる。

【0123】

(実施の形態5)

次に、本発明の実施の形態5を、図面に基づいて具体的に説明する。

【0124】

図10は本発明の実施の形態5における光磁気ディスク80の構造を示す断面図である。図中、81はガラスからなる基板にフォトリソを用いて溝および

ピットが形成された光ディスク基板である。

【0125】

ここで、本実施の形態の光磁気記録媒体 80 は、本発明の実施の形態 4 と同様の方向に記録膜が積層された構成を有する。

【0126】

フォトポリマーを硬化させることにより溝およびピットが形成されたガラス基板からなる透明な光ディスク基板 81 には、誘電体層 87 を形成し、積層した記録膜は、情報を保持しておく記録層 86、再生層と記録保持層の間の交換結合を制御するための中間遮断層 85、ゴースト信号を低減するための制御層 84、情報を磁壁の移動によって検出するための再生層 83 を順次積層し、記録膜の保護と媒体の光学的特性を調整するための誘電体層 82 がその上に順次形成されている。

【0127】

本実施の形態の光磁気記録媒体は、実施の形態 4 の光磁気記録媒体と同様に、再生用光ビームがディスク基板を介していないが、再生用光ビームに差し掛かった再生層 83 の磁壁を次々と移動させこの磁壁の移動を検出することによって、再生光の波長と対物レンズの開口数で決まる検出限界を越えて超解像再生が可能となる光磁気記録媒体に適用できる。

【0128】

また、上記構成により、GMR ヘッド等の磁気ヘッドを用いても、同様に光磁気記録媒体の記録再生に適用できる。

【0129】

本実施の形態の光磁気ディスク 80 は、このような光ディスク基板 81 上に磁性層を含む多層積層膜を製膜して形成されている。グルーブの間にはランドが形成されており、グルーブ部の深さ h は、ランド部の上面から 55 nm であり、逆 V 字型のランド形状を有する。このランド部によりグルーブ部は互いに磁氣的に独立している。また、本実施の形態の光磁気ディスク 80 のトラックピッチは $0.5\text{ }\mu\text{m}$ であり、グルーブ幅は $0.4\text{ }\mu\text{m}$ である。また、アドレス情報を有するプリピットが形成されている。

【0130】

光磁気記録媒体 80 は、実施の形態 4 同様に、ターゲットに対向した位置に配置した光ディスク基板 81 上に薄膜を形成することにより作製する。

【0131】

まず、光ディスク基板 81 は、フォトポリマーを塗布し、スタンパーを密着させて状態で紫外線を照射することにより硬化させ、スタンパーを剥離させて溝及びピットを有するフォトポリマー層（2P層）をガラス基板上に形成する。

【0132】

さらに、本実施の形態の光磁気ディスクでは、ガラス基板に形成した 2P層 89 の表面を、Ar イオンを照射することによりドライエッチングを行い、Ra 1.0 nm の表面粗さを形成する。

【0133】

このように、光ディスク基板 81 上に溝及びピットを形成し、Ar イオンにより表面処理した後に、SiN の誘電体層 87 が 30 nm 反応性スパッタリング法により膜形成される。

【0134】

さらにその上の磁性膜は、合金ターゲットを用いた DC マグネトロンスパッタリング法により膜形成される。まず、TbFeCo の記録層 86 は、Xe ガスを導入し、DC マグネトロンスパッタリング法により 120 nm 膜形成される。記録層 86 の上には、TbFeCoCr の中間遮断層 85 が 10 nm、TbFeCo の制御層 84 は 10 nm、さらに、GdFeCoCr からなる再生層 83 は、 $Gd_{24}Fe_{53}Co_6Cr_{17}$ 、 $Gd_{25}Fe_{57}Co_{10}Cr_8$ 、 $Gd_{26}Fe_{59}Co_{12}Cr_5$ （組成は mol %）の組成からなる 3 種類の合金ターゲットも用いて、順次 12 nm ずつ膜形成される。それぞれの、記録膜は順次合金ターゲットを用いて DC マグネトロンスパッタリング法により膜形成される。

【0135】

さらに、SiN からなる誘電体層 82 が 50 nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。そして、さらに誘電体層 82 の上には、アルミナ系微粒子からなる潤滑剤がスピコートにより摺動コート層 88 として塗布されている

。

【0136】

ここで、 $GdFeCoCr$ の再生層83は、補償組成温度が $140^{\circ}C$ でキュリー温度が $200^{\circ}C$ の層、補償組成温度が $155^{\circ}C$ でキュリー温度が $240^{\circ}C$ の層、補償組成温度が $190^{\circ}C$ でキュリー温度が $285^{\circ}C$ 、の3つの組成により再生層が構成されている。この時、製膜時の Ar 圧力は、 $0.8Pa$ 、製膜速度は $15nm/sec$ である。

【0137】

また、 $TbFeCo$ の制御層84は、キュリー温度が $160^{\circ}C$ で、キュリー温度以下では常に希土類金属組成が優勢であり、 Ar ガス圧力 $2Pa$ 、製膜速度 $3mm/sec$ で製膜する。 $TbFeCoCr$ の中間遮断層85は、キュリー温度が $145^{\circ}C$ で、キュリー温度と補償組成温度はほぼ一致する組成であり、それ以下の温度では希土類金属組成が優勢であり、製膜時の Ar ガス圧力は $2Pa$ 、製膜速度 $4.5nm/sec$ で磁性膜を形成できる。

【0138】

さらに、 $TbFeCo$ の記録層86は、補償組成温度が $50^{\circ}C$ であり、キュリー温度は $310^{\circ}C$ になるように組成を調整した磁性膜である。この時、製膜時の Xe ガスの圧力は、 $1.5Pa$ 、製膜速度は $2.5nm/sec$ で磁性膜を形成できる。

【0139】

上記の光磁気ディスクの構成では、フォトリソを形成した光ディスク基板の上を Ar イオンでエッチングすることにより、表面粗さを $Ra1.0nm$ と大きくした上に、 SiN 誘電体層87、記録層86を形成し、さらに、記録層製膜時に、 Xe ガスを用いることにより、記録層中への Xe ガスイオンの取り込み量により、記録層の $M_s \cdot H_c$ を増大させることができる。

【0140】

実際、本実施の形態の記録層では、 $3.9 \times 10^6 erg/cm^3$ の記録層の $M_s \cdot H_c$ が得られ、微小な記録マークを記録した場合にも、安定した記録磁区を形成でき、繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能と

なる。

【0141】

また、本実施の形態の光磁気記録媒体 80 は、対向型のスパッタリング方式を用いた場合には、光ディスク基板上にスパッタリング粒子の方向が変化せずに製膜できるため、ターゲット組成の分布に応じて記録膜組成の均一性が得られ、垂直方向に磁性膜を堆積成長させるため、その効果が大きく、しかも製造時のタクトタイムも短縮できる。さらに、本実施の形態の光磁気記録媒体では、2P層の表面の面粗さを大きくし、またチルト等が小さく機械に優れたガラス製のディスク基板を用いることにより、GMRヘッド等の磁気ヘッドを用いても、同等以上の効果が得られる。

【0142】

以上のように、本実施の形態の光磁気記録媒体によれば、DWDD方式を用いた再生が可能な磁性膜を有し、しかも $M_s \cdot H_c$ を拡大した構造の記録層により、高密度記録時の信号特性にも優れ、さらに、情報信号を繰り返し記録再生できる、優れた光磁気記録媒体を実現できるものである。

【0143】

(実施の形態 6)

次に、本発明の実施の形態 6 を、図面に基づいて具体的に説明する。

【0144】

図 11 は本発明の実施の形態 6 における光磁気ディスク 100 の構造を示す断面斜視図である。

【0145】

本実施の形態の光磁気記録媒体 100 は本発明の実施の形態 5 と同様に記録層から順次積層された構成を有する。

【0146】

また、図中、光ディスク基板 101 は、同様、ガラスからなるディスク基板にフォトリソ（2P）を用いて溝およびピットが形成された光ディスク基板である。

【0147】

溝およびピットが、フォトリソマールにより形成されたガラス基板からなる透明な光ディスク基板 1 0 1 の上には、誘電体層 1 0 2 を形成し、積層した記録膜 1 0 3 は、情報を保持しておく記録層、再生層と記録保持層の間の交換結合を制御するための中間遮断層、ゴースト信号を低減するための制御層、情報を磁壁の移動によって検出するための再生層を順次積層し、記録膜 1 0 3 の保護と媒体の光学的特性を調整するための誘電体層 1 0 4 がその上に順次形成されている。さらにその上には、紫外線硬化樹脂の中に潤滑剤を含有した摺動コート層 1 0 5 が塗布されている。

【0 1 4 8】

本実施の形態の光磁気記録媒体は、再生用光ビームがディスク基板を介していないが、実施の形態 4 の光磁気記録媒体と同様に、再生用光ビームに差し掛かった再生層の磁壁を次々と移動させ、この磁壁の移動を検出することによって、再生光の波長と対物レンズの開口数で決まる検出限界を越えて超解像再生が可能となる光磁気記録媒体に適用できる。

【0 1 4 9】

本実施の形態の光磁気ディスク 1 0 0 は、このような光ディスク基板 1 0 1 上に記録層を含む多層に積層した記録膜を製膜して形成されている。グルーブの間にはランドが形成されており、グルーブ部の深さ h は、ランド部の上面から 3 0 nm であり、逆 U 字型のランド形状を有する。このランド部によりグルーブ部は互いに磁氣的に独立している。また、本実施の形態の光磁気ディスク 1 0 0 のトラックピッチは $0.45 \mu\text{m}$ であり、グルーブ幅は $0.4 \mu\text{m}$ である。また、微少な記録磁区形成のために、 $0.3 \mu\text{m}$ のほぼ円形のパターンがグルーブ内全面に形成されている。また、アドレス情報を有するプリピットも必要に応じて形成される。

【0 1 5 0】

光磁気記録媒体 1 0 0 は、実施の形態 4 同様に、ターゲットに対向した位置に配置した光ディスク基板 1 0 1 上に薄膜を形成することにより作製する。

【0 1 5 1】

まず、光ディスク基板 1 0 1 は、フォトリソマールを塗布し、スタンパーを密着

させて状態で紫外線を照射することにより硬化させて、スタンパーを剥離させてグループ、微小の凹凸パターン及びピットをフォトリソ層の表面に形成する。

【0152】

このように、光ディスク基板101上にグループ、凹凸パターン及びピットを形成した後に、SiNの誘電体層102が30nm反応性スパッタリング法により膜形成される。

【0153】

さらにその上に磁性膜は合金ターゲットを用いたDCマグネトロンスパッタリング法により膜形成される。まず、TbFeCoの記録層は、Arガスを導入し、DCマグネトロンスパッタリング法により70nm膜形成される。記録層の上には、TbFeCoCrの中間遮断層が10nm、TbFeCoの制御層が10nm、さらに、GdFeCoCrからなる再生層は、Gd₂₄Fe₅₆Co₇Cr₁₃、Gd₂₅Fe₅₈Co₁₀Cr₇、Gd₂₆Fe₅₉Co₁₂Cr₃（組成はmol%）の組成からなる3種類の合金ターゲットも用いて、順次10nmずつ膜形成される。それぞれの、記録膜は順次合金ターゲットを用いてDCマグネトロンスパッタリング法により膜形成される。

【0154】

さらに、SiNからなる誘電体層104が50nm、反応性スパッタリング法により形成されている。そして、さらに誘電体層104の上には、アルミナ系微粒子からなる潤滑剤をウレタン系の紫外線硬化樹脂に含有させた摺動コート層105が、スピコートにより塗布され、硬化させている。

【0155】

ここで、GdFeCoCrの再生層は、補償組成温度が130℃でキュリー温度が185℃の層、補償組成温度が150℃でキュリー温度が220℃の層、補償組成温度が180℃でキュリー温度が280℃の層、の3つの組成の磁性膜により構成されている。この時、製膜時のAr圧力は、0.5Pa、製膜速度は10nm/secである。

【0156】

また、T b F e C o の制御層は、キュリー温度が 1 8 5 ℃で、キュリー温度以下では常に希土類金属組成が優勢であり、A r ガス圧力 2 P a 、製膜速度 4 n m / s e c で製膜し、T b F e C o C r の中間遮断層は、キュリー温度が 1 6 0 ℃で、キュリー温度以下では常に遷移金属組成が優勢であり、製膜時の A r ガス圧力は 2 . 5 P a 、製膜速度 5 n m / s e c で磁性膜を形成できる。

【0 1 5 7】

さらに、T b F e C o の記録層は、補償組成温度が 6 0 ℃であり、キュリー温度は 3 1 5 ℃になるように組成を調整した磁性膜である。この時、製膜時の A r ガスの圧力は、3 . 5 P a 、製膜速度は 2 . 5 n m / s e c で磁性膜を形成できる。

【0 1 5 8】

上記の光磁気ディスクの構成では、フォトポリマーを形成した光ディスク基板の上に微小な 0 . 3 μ m 以下の凹凸パターンを形成することにより、S i N 誘電体層、記録膜を形成しすることにより、記録層の磁壁ピンニング、及び、微小な凹凸パターンによる磁気特性の変化により、保磁力 H c が増大し、M s ・ H c を拡大させることができる。

【0 1 5 9】

実際、本実施の形態の記録層では、 $3 . 5 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ の記録層の M s ・ H c が得られ、微小磁区を記録した場合にも、安定した記録磁区を形成でき、繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

【0 1 6 0】

また、本実施の形態では、図に示すように、ガラス基板に 2 P によりパターンを形成した光ディスク基板 1 0 1 は、グループ間の境界に形成され、幅方向に並設された逆 U 字型のランド部により、情報を記録するトラック間ごとに磁氣的に分離されている。

【0 1 6 1】

以上のように、本実施の形態の光磁気記録媒体によれば、上記の DWDD を用いた再生が可能な磁性膜を有し、記録情報の書き換え可能なトラック領域と隣接トラックとの境界部分の領域が磁氣的に遮断された光ディスク基板上に、微細な

凹凸パターンを備えた構成により、記録層の $M_s H_c$ 積が拡大させることができる。このことにより、記録層の記録磁区を安定化でき、再生層への転写磁区の信号再生時の磁壁の移動度を確保できるために、再生信号を安定して検出することが可能な光磁気記録媒体を実現できる。

【0 1 6 2】

ここで、本実施の形態では、ガラス基板上の 2 P に、微小な $0.3 \mu m$ 以下の凹凸パターンを形成したが、ガラス基板上に、直接加工することにより形成した構成でもよい。また、ガラス基板を用いた構成により、光ディスク基板は機械特性、表面性に優れた構成も可能であり、GMR ヘッド等の磁気ヘッドを用いた構成であっても、記録再生可能である。

【0 1 6 3】

次に、本発明の実施の形態における光磁気記録媒体の記録再生方法および記録再生装置について説明する。

【0 1 6 4】

本発明の実施の形態における光磁気記録媒体の記録再生方法および記録再生装置としては、上記のように説明してきた本実施の形態の光磁気記録媒体を通常より高い再生パワーで記録再生可能な構成の光磁気記録再生装置を用いて、前記光磁気記録媒体の前記記録層に形成された記録磁区を前記再生層に転写させ、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報の再生信号の検出を行う再生方法である。

【0 1 6 5】

このような光磁気記録媒体の記録再生方法では、レーザ光により情報の記録、再生、消去を行う構成であって、再生時に、レーザ光スポットを前記光磁気記録媒体に対して相対的に移動させながら、前記再生層側から照射し、前記光磁気記録媒体からの反射光を用いてトラッキング制御をかけながら、前記光磁気記録媒体上にレーザ光スポットの移動方向に対して勾配を有する温度分布を形成する。この時の記録膜の温度分布は、前記記録層から前記中間層を介して生じる結合力よりも、前記再生層に形成されていた磁壁を温度が高い方向へ移動させようとする磁壁に生じる力が大きくなる温度よりも高い温度領域を有する温度分布を前記

再生層に形成することにより、前記光スポットの内部に、記録層からの情報の転写磁区を再生層に形成し、再生層での磁壁移動によって拡大形成された情報を前記光スポットからの反射光の偏向面の変化として検出する光磁気記録媒体の再生方法である。

【0 1 6 6】

あるいは、レーザ光により光磁気記録媒体を昇温させながら、磁気ヘッドを用いて情報の記録、消去を行い、GMRヘッドを用いて情報を再生する構成である。情報の記録時には、レーザ光スポットを前記光磁気記録媒体に対して相対的に移動させながら照射し、磁気ヘッドを前記光磁気記録媒体の記録層、あるいは再生層側から配置し、記録情報に応じて磁界方向を変調させて、トラッキング制御をかけながら、前記光磁気記録媒体の記録層に情報の記録、消去を行う。また、情報の再生時には、光磁気記録媒体にレーザ光スポットを照射して光磁気ディスクの移動方向に対して勾配を有する温度分布を形成し、再生層側に情報再生用のGMRヘッドを配置し、前記記録層から中間層を介して転写形成された記録情報の転写磁区が、再生層での温度勾配により、温度が高い方向へ移動させようとする磁壁移動によって拡大形成された情報を、前記GMRヘッドにより検出する光磁気記録媒体の再生方法である。

【0 1 6 7】

またこの時、前記再生層の深さ方向で膜組成の異なる場合には、段階的に転写した前記記録磁区の大きさが磁壁移動することにより磁区拡大して、前記情報を検出する光磁気記録媒体の再生方法である。さらに、前記光磁気記録媒体の前記中間層を介して生じる結合力が、磁氣的結合力、交換結合力、静磁結合力のいずれかである構成により、前記記録層と前記再生層との磁氣的結合力による信号の転写可能な温度範囲からのみ転写し、転写した磁区を拡大して信号を検出する光磁気記録媒体の再生方法である。

【0 1 6 8】

そして、以上のように、本発明においては、DWDD方式を用いた再生が可能な磁性膜を有し、記録情報の書き換え可能なトラック領域と隣接トラックとの境界部分の領域が磁氣的に遮断された構成を備えることにより、前記光磁気記録媒

体の磁壁の移動度を確保でき、また、記録層の $M_s \cdot H_c$ 積が大きい構成により、記録層の記録磁区を安定化でき、再生層への転写磁区の容易な磁壁の移動により、再生信号を安定して検出することが可能な光磁気記録媒体の記録再生方法を実現できる。

【0169】

なお、上述の各実施の形態における光磁気記録媒体では、ポリカーボートあるいはポリオレフィンを、あるいは、ガラス基板にフォトリソを用いて微細パターン、および、案内溝あるいはプリピットを形成した光ディスク基板を用いた構成について述べてきたが、エポキシ系樹脂、その他のプラスチック材料、あるいは、ガラス基板に直接微細パターンを形成した構成、さらに、ガラス基板とプラスチック材料を組合わせた光ディスク基板であっても良い。

【0170】

また、ガラス基板にフォトリソで形成した微少なパターンとしては、 $0.3 \mu m$ の円形パターンについて述べてきたが、少なくとも $0.5 \mu m$ 以下のパターン、あるいは、記録磁区の最小パターンよりも小さい凹凸であって、半球状、四角形、あるいはその他の形状の凹凸であっても、微細形状が揃っていて、記録磁区からの信号のノイズにならないければ、同様に記録層の $M_s \cdot H_c$ を拡大する効果がある。

【0171】

また、本発明の実施の形態では、下地層のエッチングにより情報記録面の面粗さ R_a を $1.0 nm$ 以上と大きくした構成について述べてきたが、製膜プロセス条件により、製膜時の下地の材料粒径を大きくすることにより記録面の面粗さ R_a を $1.0 nm$ 以上とすれば、同様に記録層の $M_s H_c$ を増大させた光磁気記録媒体を実現できる。

【0172】

さらに、本実施の形態における光ディスク基板では、光スポットのトラッキングガイドのためのスパイラル状あるいは環状の案内溝、あるいはプリピットを備えた構成の光磁気記録媒体について述べてきたが、光ディスク基板上に、アドレス情報を有する蛇行したスパイラル状の案内溝、あるいはサンプルサーボ方式等

の蛇行したトラッキングガイドのためのプリピットを設けた構成の光ディスク基板を用いてもよい。また、本実施の形態の光ディスク基板のトラックピッチは $0.55\mu\text{m}$ から $0.8\mu\text{m}$ 、グループ幅は $0.4\mu\text{m}$ から $0.6\mu\text{m}$ であるが、上記構成の情報記録トラックのグループ間が矩形型、あるいは逆V字型のランドあるいはグループにより、記録トラック間が遮断され、トラックピッチが $1.0\mu\text{m}$ 以下で、情報の記録されるランドあるいはグループの間に $0.2\mu\text{m}$ から $0.8\mu\text{m}$ の幅を有するグループあるいはランド部により構成されていればよい。また、さらにトラックピッチを小さくすることにより、さらに高密度な光磁気記録媒体が可能となる。

【0173】

また、上述の実施の形態における光磁気記録媒体では、第1及び第2の誘電体層としてSiN膜、及び、ZnSSiO₂膜を用いた構成について述べてきたが、ZnS膜あるいはその他のカルコゲン化物の誘電体膜、TaO₂等の酸化物の膜、AlN等の窒化物の膜、或いは、それらの化合物の薄膜を用いても良い。また、誘電体層の膜厚は、20nmから300nmの範囲で、エンハンス効果により信号量を増大させる構成であれば良い。

【0174】

また、上述の実施の形態における光磁気記録媒体での各層を構成する磁性膜として、再生層としてはGdFeCoAl、GdFeCoCr、制御層、中間遮断層としては、TbDyFeCo、TbDyFeCr、TbFeCoCr、TbFeCo、TbFeAl、記録層としてTbFeCo、TbFeCoCr膜をそれぞれ使用して積層した構成の記録膜からなる光磁気記録媒体について述べてきたが、TbFe、TbHoFe、TbCo、GdCo、GdTbFe、GdTbFeCo、GdTbHoFeCo、DyFeCo、GdFeCoSi、等の希土類-遷移金属系フェリ磁性の非晶質合金、あるいはそれらの混合材料、あるいは、MnBi、MnBiAlあるいはPtMnSn等のMn系磁性膜の多結晶材料を用いた光磁気材料、あるいは、ガーネット、PtCo、PdCoなどの白金族-遷移金属合金、Pt/Co、Pd/Coなどの金、白金族-遷移金属周期構造合金膜などを用いても良い。また、上述材料を含み、かつ、材料または組成の異な

る複数の記録層より構成された記録膜、あるいは、それらを混合した材料であってもよい。また、上述の磁性層には、C r、A l、T i、P t、N bなどの耐食性改善のための元素添加を行なっても、M s H cを所定値より大きくする構成であれば、同等以上の効果が得られる。

【0 1 7 5】

さらに、本実施の形態では、再生層、制御層、中間遮断層、記録層等を積層した記録膜の膜構成としては、3 0 n mから6 0 n mの膜厚の再生層、5 n mから1 5 n mの膜厚の制御層あるいは中間遮断層、6 0 n mから1 2 0 n mの膜厚の記録層、について述べてきたが、上記膜厚に限定されるものではなく、本願発明の特性を満たすように、記録層と再生層との間で、十分な磁氣的結合力が得られ、膜厚が5 n mから2 0 0 n mの範囲であれば良く、また、より好ましくは、例えば、再生層を1 0 n mから1 0 0 n m、制御層を5 n mから5 0 n m、中間遮断層を5 n mから5 0 n m、及び記録層を3 0 n mから2 5 0 n mとすることにより、同等の効果が得られる。

【0 1 7 6】

また、本発明の光磁気記録媒体における記録層は、それぞれの金属材料を用いたターゲットによる多元スパッタリング、あるいは必要な材料を混合した合金ターゲットを用いてマグネトロンスパッタリング法によって、製膜時の到達真空度が 1.0×10^{-5} P a以下であって、製膜時の導入ガスの圧力を0.6 P a以上6.0 P a以下に設定して膜形成すれば作製可能である。

【0 1 7 7】

この時導入するガスとしては、少なくともA rガス、N eガス、K rガス、X eガスを含めば良い。さらに、上述の製膜時の圧力に対して、O₂、H₂O、N₂、H₂の分圧は、1 0 0 p p m以下であればさらにその効果が大きい。ここで、スパッタリングガスの圧力に対するそれらの分圧は、真空室にガス分析管を接続することにより、容易に測定できる。

【0 1 7 8】

また、上述の実施の形態における光磁気記録媒体の記録層は、0.7 n m／s e cから5 n m／s e cの製膜時の堆積速度で膜形成していたが、0.5 n m／

sec 以上 10 nm/sec 以下であれば、製造プロセスにおける製膜時の Ar、Ne、Kr、Xe 等のガス圧やバイアス磁界、或いは周期的な積層方法などの製膜条件、更には使用する装置に関わる要因パラメータにより、形成される記録膜組成が変化した場合にも、膜中に不活性ガスを含有した構成が可能であり、所望の記録層を形成することができる。

【0179】

さらに、多元スパッタリング方式、あるいは、静止対向型のスパッタリング方式等の製膜装置条件を制御することにより、MsHc を大きくする構成であれば、記録層の信号を確実転写し、再生層でのスムーズに磁壁移動させて磁区拡大による再生を行うことができる。

【0180】

また、記録再生特性を改善させるために、記録補助層、転写制御層、あるいはその他の磁性膜を用いた構成であっても良い。さらに、中間遮断層としては、膜厚方向での組成あるいは磁壁エネルギー密度を変化させた多層構成の磁性膜を設けても良い。

【0181】

さらに、上述の記録層からの記録再生信号を、短波長、高 N.A. の光学ヘッド、あるいは、高感度な GMR 磁気ヘッド、TMR ヘッド等の検出可能な方法を用いれば、上記記録層単層の構成、あるいは、磁氣的超解像、磁壁移動による磁区拡大を用いない多層膜構成であっても、同等の効果が得られる。

【0182】

さらに、記録層の上に誘電体層に直接オーバーコート層を形成した構成について述べてきたが、記録層に直接、あるいは、誘電体層を介して熱吸収層を配置した構成であってもよい。また、その場合の熱吸収層の材料としては、AlTi、Al、Cu、Ag、Au の少なくとも 1 つを含む合金材料であって、記録膜よりも熱伝導率の大きい材料であれば良い。

【0183】

さらに、誘電体層の上には、オーバーコート層（保護層）としてエポキシアクリレート系樹脂、ウレタン系樹脂、あるいは、摺動コート層としてアルミナ系の

潤滑材を形成した構成について述べてきたが、その他の紫外線硬化型の樹脂、あるいは熱硬化型の樹脂等、或いはホットメルト接着剤など、あるいはそれらの材料と摺動コート材料を組み合わせた構造を採用することも可能である。

【0184】

さらに、DWDD方式を用いた光磁気記録媒体とその記録再生方式について述べてきたが、それ以外のは磁壁移動タイプの磁区拡大再生方式、シュリンク動作による再生磁区の拡大再生方式あるいは再生磁界交番型の再生方式等であっても、信号品質を高め、記録密度の高密度化を得るために記録再生方式を用い、 $M_s \cdot H_c$ を拡大させた記録層であれば、微小磁区の安定性に優れ、再生層に容易に転写再生できる高感度で高密度記録再生が可能という優れた効果が得られる。

【0185】

【発明の効果】

上記のように、本発明により、記録膜の温度勾配を利用した磁壁移動型拡大再生方式により、記録密度ならびに転送速度を大幅に向上させる光磁気記録媒体において、記録情報の書き換えを行う記録層の $M_s H_c$ を拡大した構成により、高密度記録した場合にも記録磁区の安定化と、DWDD方式による転写磁区の安定した移動による再生信号の拡大を可能にすることができる。

【0186】

また、記録層を2 nm以下の積層周期を有する構成、記録層の下地層の面粗さを1.0 nm以上とする構成、あるいは、50 nm以下のパターンを形成した上に記録層を形成した構成により、記録マーク長が小さい場合にも優れたDWDD方式による光磁気記録再生が可能であり、記録情報の繰り返し記録再生特性に優れた光磁気記録媒体を実現できる。

【0187】

このように、本発明によれば、光学的な回折限界による制約を受けることなく、光磁気記録媒体に高密度に記録されている情報信号の再生時の分解能を高める、あるいは、高密度記録時の記録磁区幅の減少による、GMRヘッドの検出感度の低下による影響を受けることなく、情報信号の記録再生が可能となる。

【0188】

また、高密度化によるデータ転送レートの向上が可能であり、記録磁区と再生層への転写特性を安定化させることにより、DWDD方式による転写磁区の再生信号特性の安定性にも優れており、更に、再生信号振幅の増大も可能であり、高密度で且つ信号特性の信頼性に優れた光磁気記録媒体が提供される。さらに、重畳信号を低減しての再生が可能なので各種マージンが広がり、光磁気記録媒体の製造コスト、および、記録再生装置のコストを下げるができるという、優れた効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 における光磁気記録媒体の構成を示す断面図

【図 2】

本発明の実施の形態における光磁気記録媒体の再生動作の説明のための光磁気記録媒体の断面図と特性図であり、

- (a) 光磁気記録媒体の記録膜の構成（特に磁化の方向）を示す断面図
- (b) 再生動作中の光磁気記録媒体の位置に対する媒体内部での温度分布を示す特性図
- (c) 再生層の磁壁エネルギー密度を示す特性図
- (d) 再生層の磁壁を移動させようとする力を示す特性図

【図 3】

本発明の実施の形態 1 における光磁気記録媒体の製造装置の構成断面図

【図 4】

本願発明の実施の形態における光磁気記録媒体の、記録層の積層周期の膜厚に対する、 $M_s \cdot H_c$ 積の依存性を示す特性図

【図 5】

本願発明の実施の形態における光磁気記録媒体の、マーク長限界に対する $M_s \cdot H_c$ 積の依存性を示す特性図

【図 6】

本発明の実施の形態 2 における光磁気記録媒体の構成を示す断面図

【図 7】

本発明の実施の形態 2 における光磁気記録媒体の製造装置の構成断面図

【図 8】

本発明の実施の形態 3 における光磁気記録媒体の構成を示す断面図

【図 9】

本発明の実施の形態 4 における光磁気記録媒体の構成を示す断面図

【図 1 0】

本発明の実施の形態 5 における光磁気記録媒体の構成を示す断面図

【図 1 1】

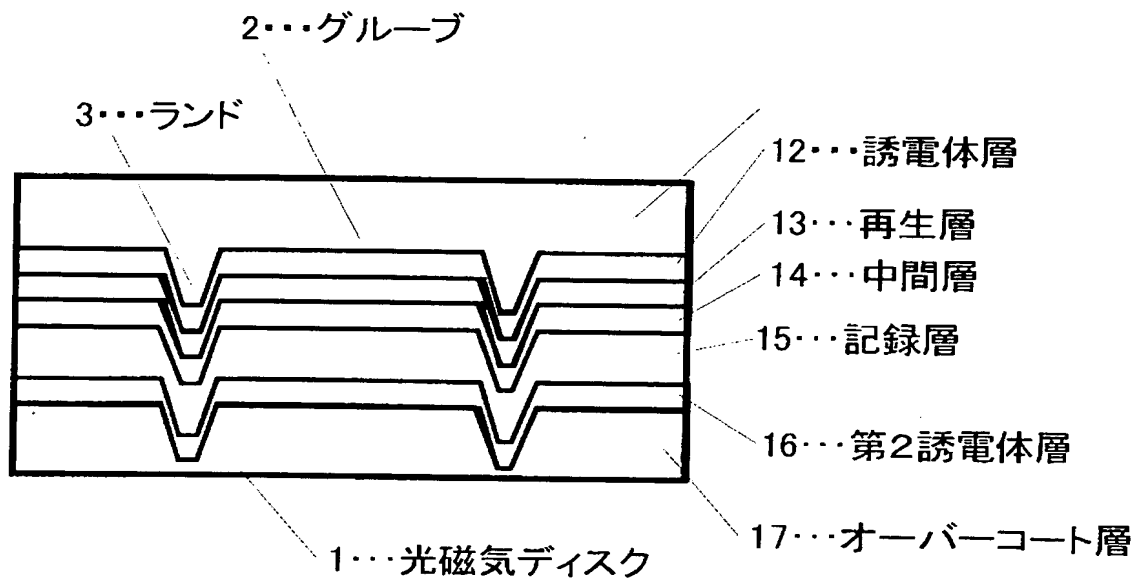
本発明の実施の形態 6 における光磁気記録媒体の構成を示す断面斜視図

【符号の説明】

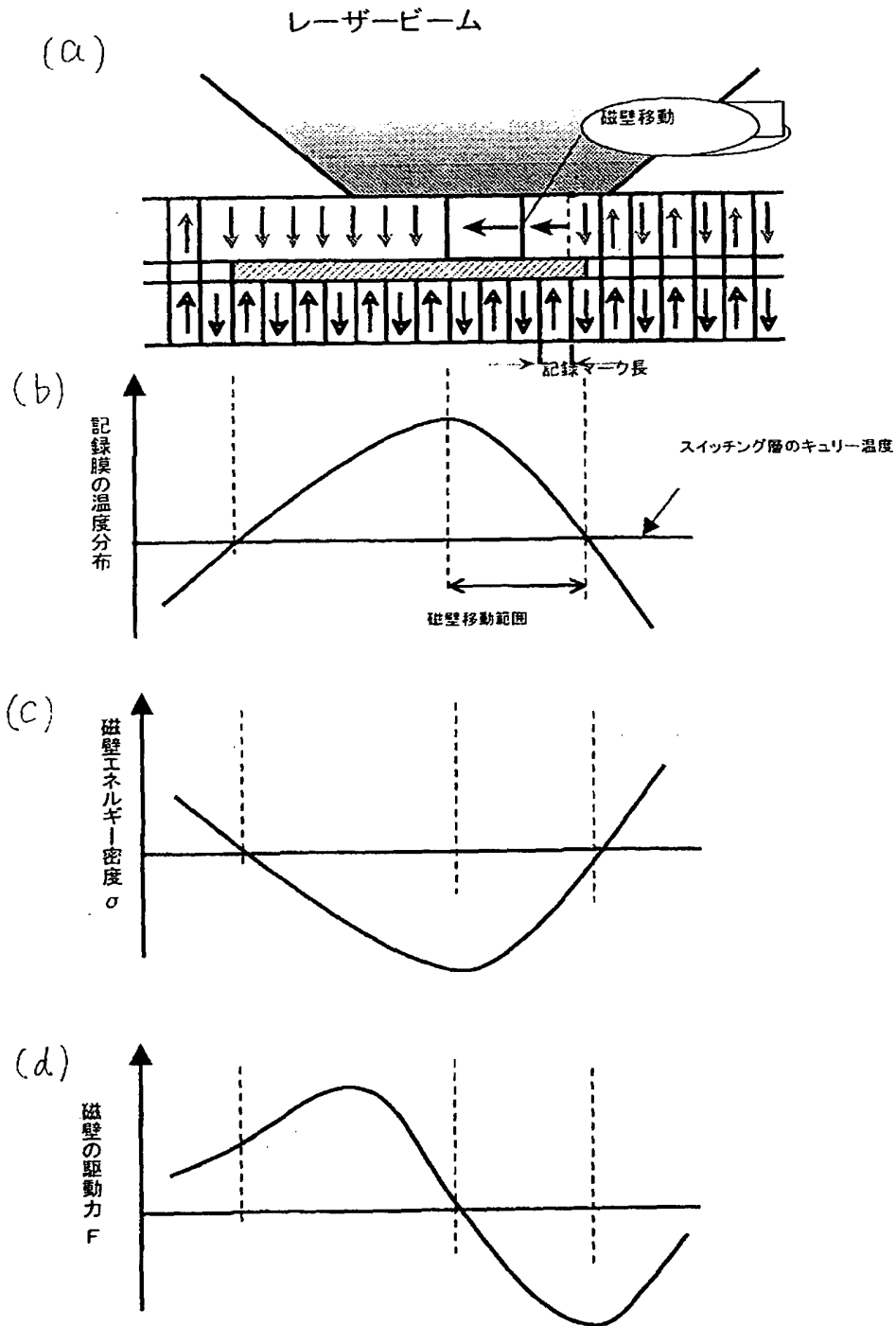
- 1, 2 0, 4 0, 6 0, 8 0, 1 0 0 光磁気記録媒体
- 1 1, 2 1, 4 1, 6 1, 8 1, 1 0 1 光ディスク基板
- 1 2, 2 2, 4 2, 6 2, 8 2, 1 0 2 誘電体層
- 1 3, 2 3, 4 3, 6 3, 8 3 再生層
- 2 4, 4 4, 6 4, 8 4 制御層
- 1 4, 2 5, 4 5, 6 5, 8 5 中間層
- 1 5, 2 6, 4 6, 6 6, 8 6 記録層
- 1 6, 2 7, 4 7, 6 7, 8 7, 1 0 4 第 2 の誘電体層
- 1 7, 2 8, 4 8 オーバーコート層
- 6 8, 8 8, 1 0 5 摺動コート層
- 5 0, 7 0, 9 0 エッチング面
- 2, 2 9, 1 0 8 グループ
- 3, 3 0, 1 0 7 ランド

【書類名】 図面

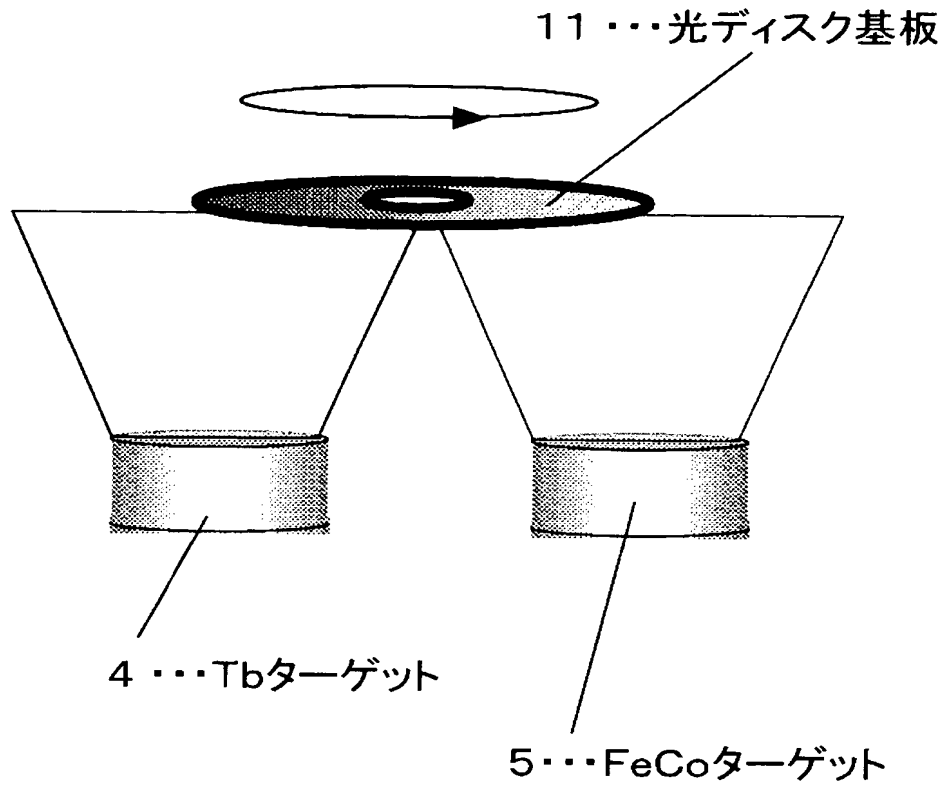
【図 1】



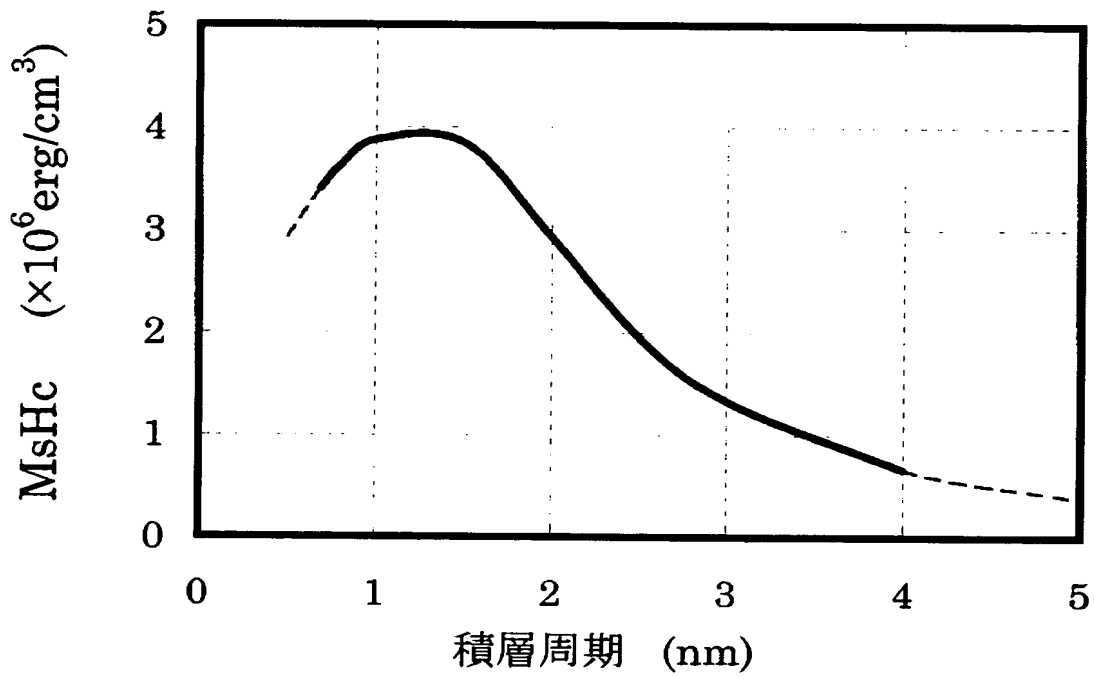
【図 2】



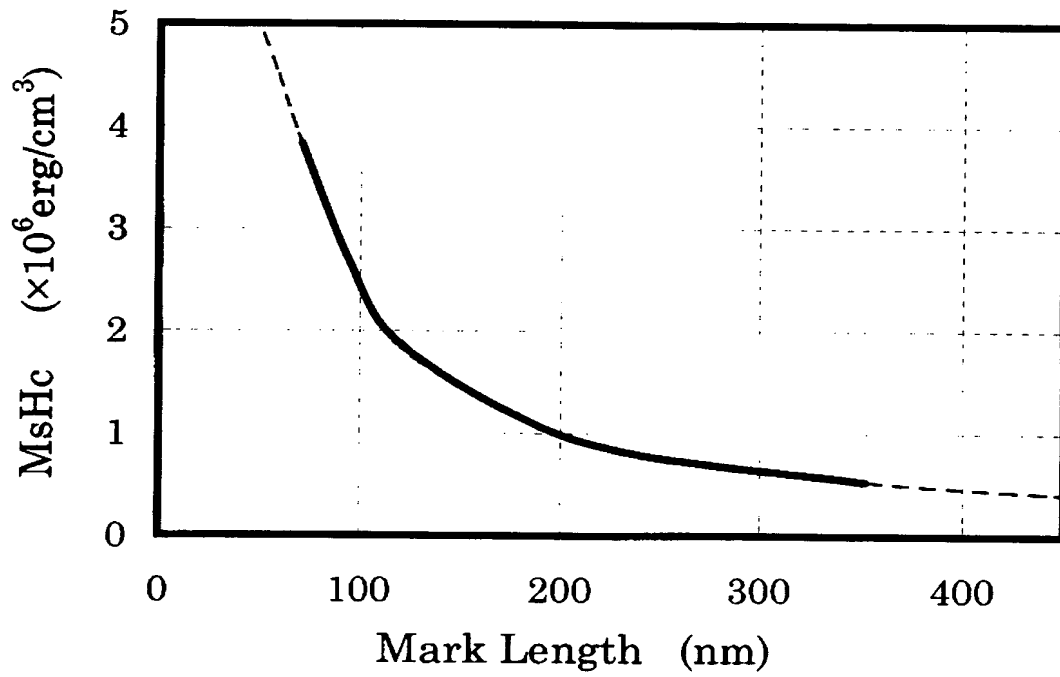
【図 3】



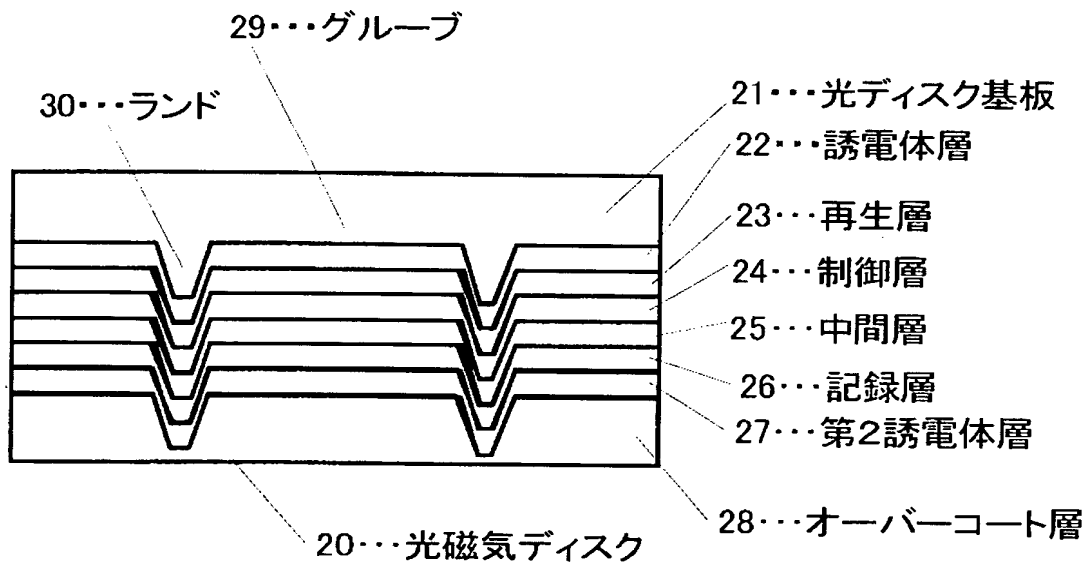
【図 4】



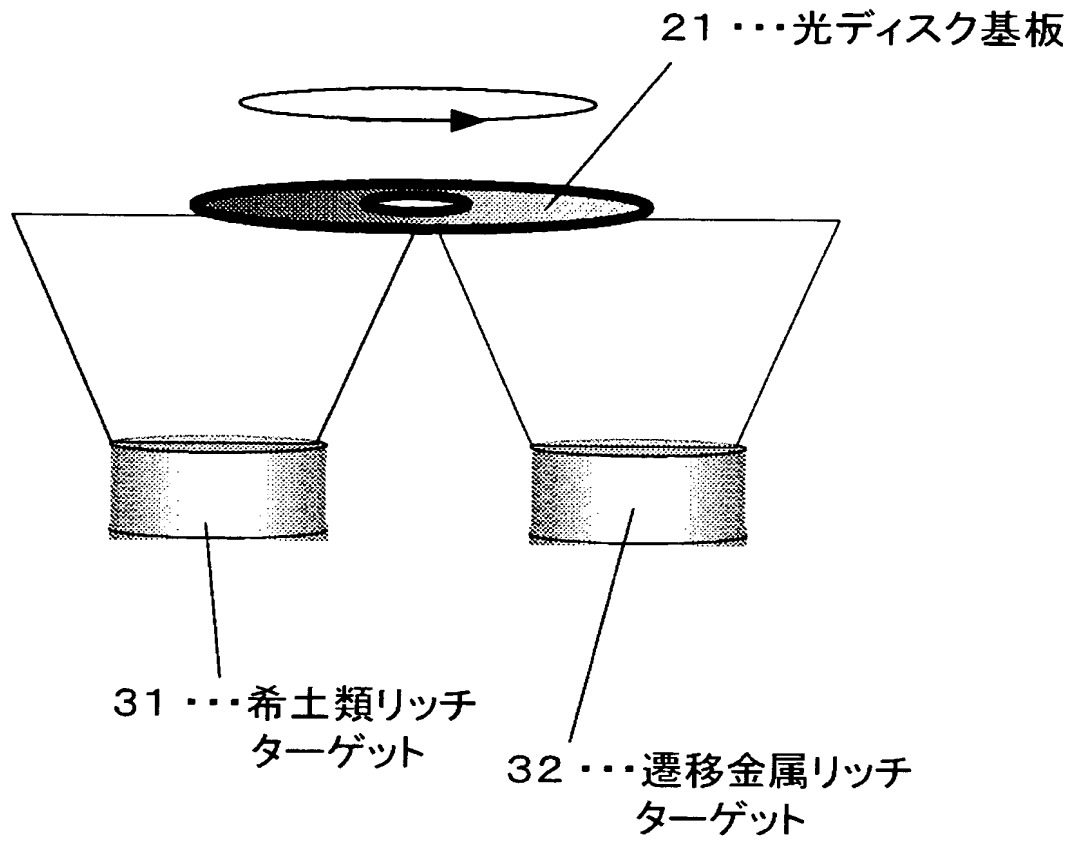
【図 5】



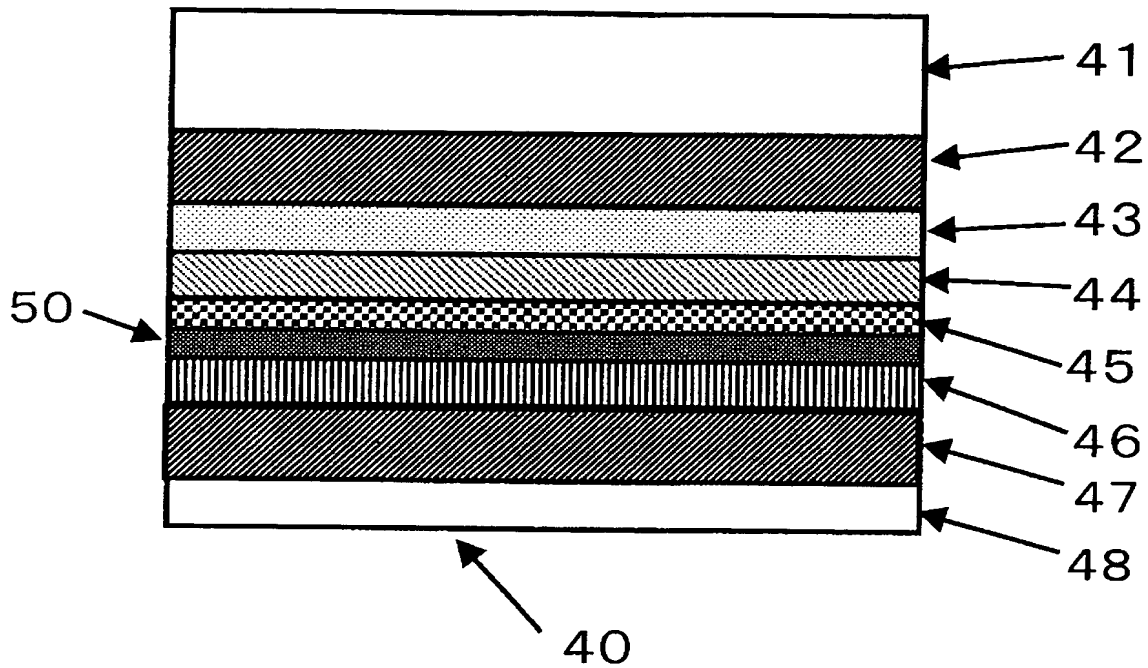
【図 6】



【図 7】

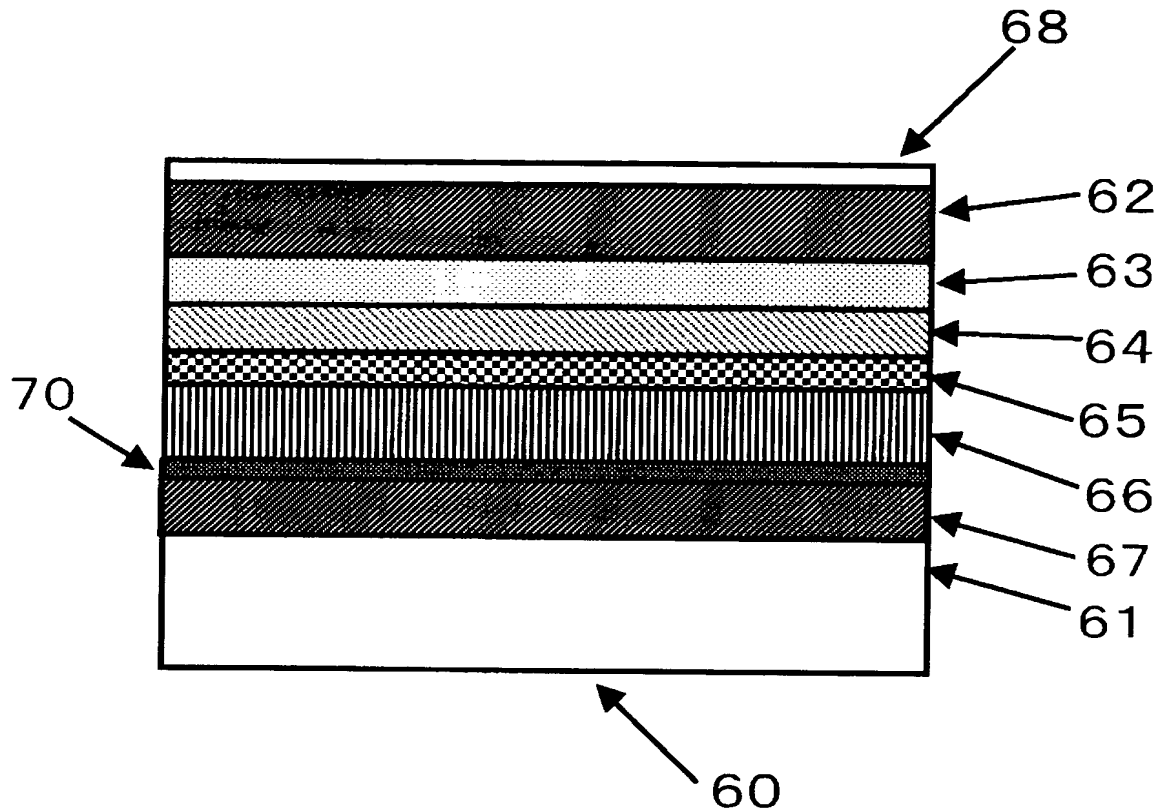


【図 8】



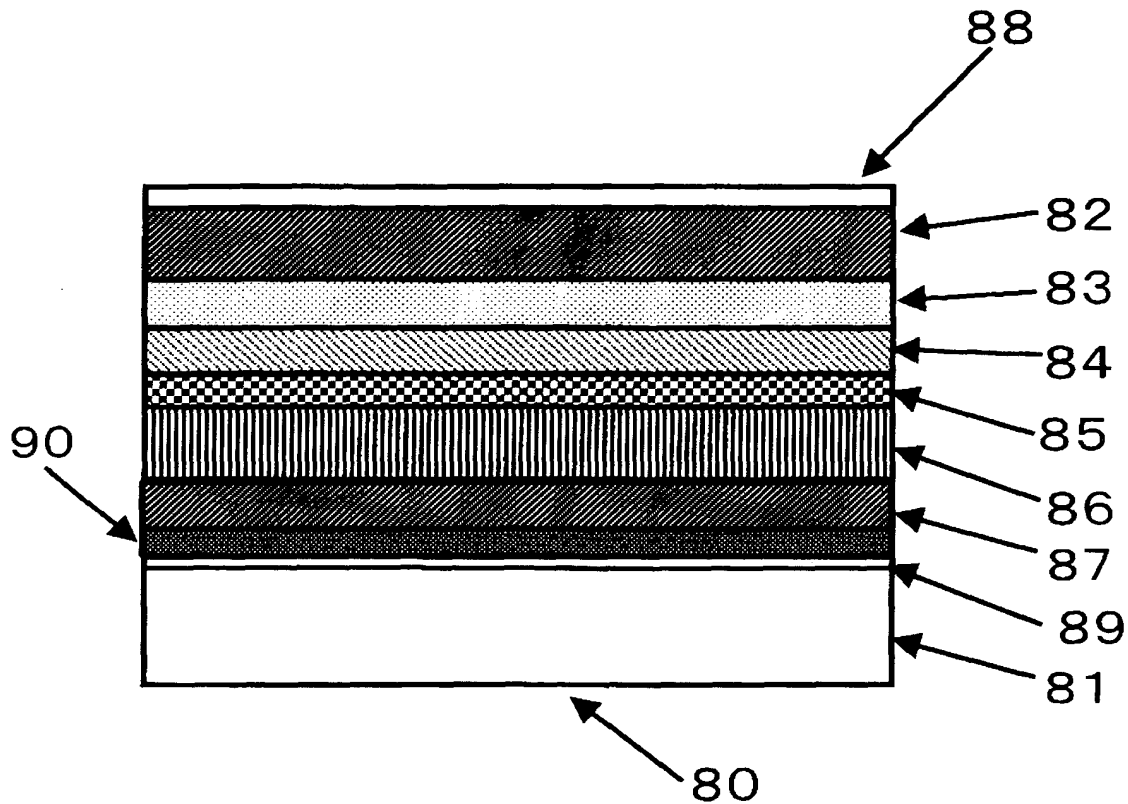
- 40・・・光磁気ディスク
- 41・・・光ディスク基板
- 42・・・誘電体層
- 43・・・再生層
- 44・・・制御層
- 45・・・中間層
- 46・・・記録層
- 47・・・第2の誘電体層
- 48・・・オーバーコート層
- 50・・・エッチング面

【図 9】



- 60・・・光磁気ディスク
- 61・・・光ディスク基板
- 62・・・誘電体層
- 63・・・再生層
- 64・・・制御層
- 65・・・中間層
- 66・・・記録層
- 67・・・下地誘電体層
- 68・・・摺動コート層
- 70・・・エッチング面

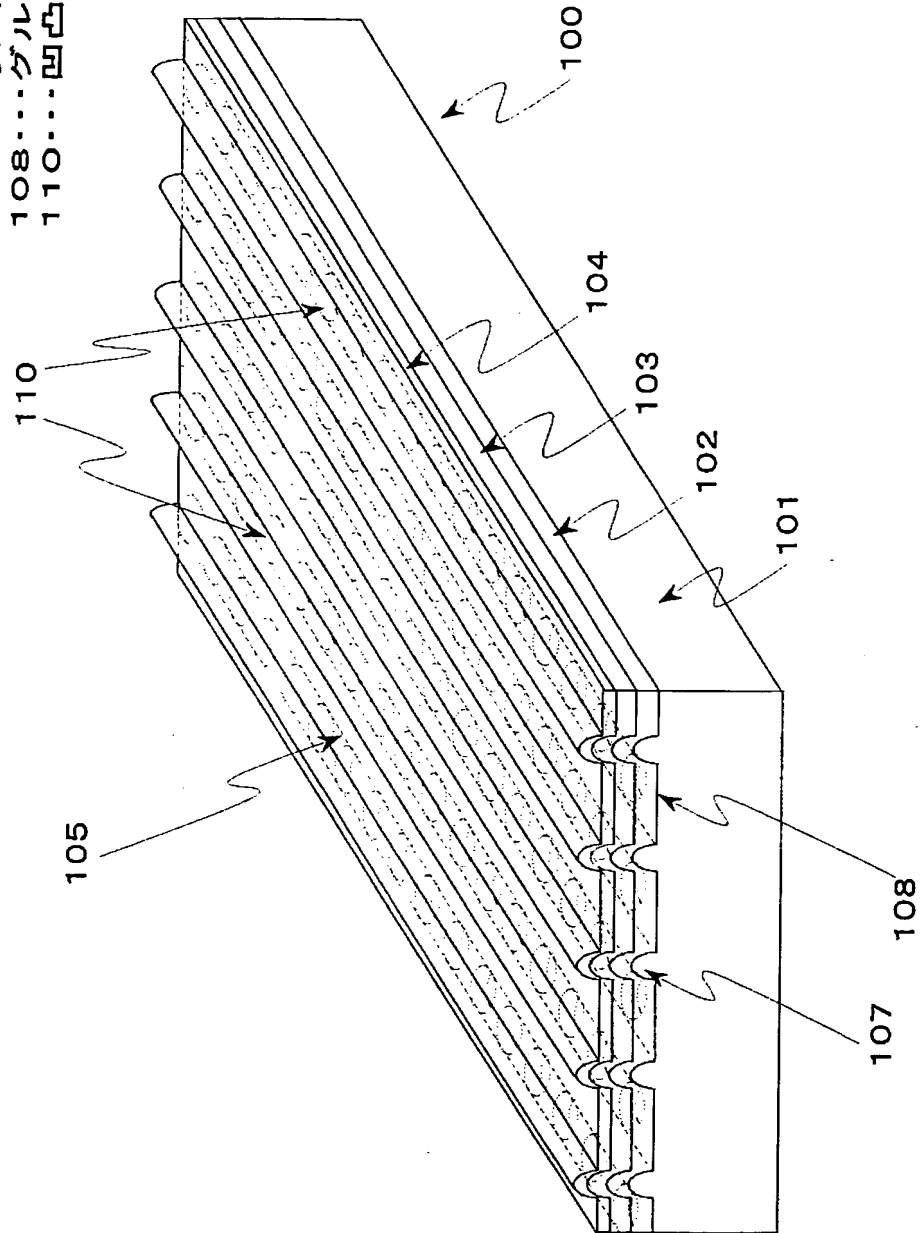
【図10】



- 80・・・光磁気ディスク
- 81・・・光ディスク基板
- 82・・・誘電体層
- 83・・・再生層
- 84・・・制御層
- 85・・・中間層
- 86・・・記録層
- 87・・・誘電体層
- 88・・・摺動コート層
- 89・・・フォトポリマー
- 90・・・エッチング面

【図 11】

- 100...光磁気ディスク
- 101...光ディスク基板
- 102...誘電体層
- 103...記録膜
- 104...誘電体層
- 105...摺動コート層
- 107...ランド
- 108...グルーブ
- 110...凹凸パターン



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高密度記録した場合には、微小な記録磁区を安定して形成することが難しいという課題を有していた。

【解決手段】 光ディスク基板上に、再生層、中間層、記録層を積層した構成を備え、再生光スポット内の記録情報検出領域内では、前記再生層は前記記録層に比べて磁壁抗磁力が小さく、前記再生層および前記記録層よりもキュリー温度の小さい磁性層を備えており、前記記録層の室温における保磁力 H_c と飽和磁化 M_s の積が $M_s \cdot H_c > 3 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ の関係を満たす光磁気記録媒体であり、これによりマーク長を小さくした場合にも記録磁区を安定化させることができ、再生信号振幅を低下させることなく、記録密度を大幅に向上できる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 7 1 1 2 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社